

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ,
ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ В.Ф. Фролов
« _____ » _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 101 «ЕКОЛОГІЯ»,
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ
«ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

**Тема: «Еколого-економічна оцінка процесу рециклінгу металевих
відходів»**

Виконавець: студентка групи ЕК-201м Чирва Оксана Вікторівна
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: канд.фіз.-мат.наук, доцент Гай Анджела Євгенівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу «Охорона праці»: _____
(підпис)

Кажан К. І.
(П.І.Б.)

Нормоконтролер: _____
(підпис)

Явніюк А.А.
(П.І.Б.)

КИЇВ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра екології

Спеціальність, освітньо-професійна програма: спеціальність 101 «Екологія»,
ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Фролов В.Ф.

«_____» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Чирви Оксани Вікторівни

1. Тема роботи «Еколого-економічна оцінка процесу рециклінгу металевих відходів»
затверджена наказом ректора від «06» жовтня 2020 р. №19371/ст
2. Термін виконання роботи: з 06.10.2020 по 22.12.2020
3. Вихідні дані роботи: теоретичні та аналітичні матеріали.
4. Зміст пояснювальної записки: вступ, загальна характеристика використання металевих виробів, проблеми утилізації металевих відходів, економічна оцінка процесу рециклінгу металевих відходів, охорона праці, висновки.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Обґрунтування вибору теми	06.10.2020	
2	Складання календарного плану дипломної роботи	07.10.2020	
3	Опрацювання літературних джерел з актуальних питань переробки скляних відходів	08.10.2020-15.10.2020	
4	Збір, систематизація та вивчення інформації	19.10.2020-30.10.2020	
5	Опрацювання інформації (групування, зведення у таблиці, побудова графіків, схем)	02.11.2020-09.11.2020	
6	Обробка та оформлення вихідних матеріалів	12.11.2020-20.11.2020	
7	Формулювання висновків та рекомендацій	23.11.2020-25.11.2020	
8	Оформлення дипломної роботи згідно вимог діючих стандартів	26.11.2020-27.11.2020	
9	Перший етап перед захисту дипломної роботи	30.11.2020	
10	Підготовка до захисту: доповідь, презентація, ілюстративний (роздатковий) матеріал	02.12.2020-17.12.2020	
11	Захист дипломної роботи	22.12.2020	

7. Консультація з окремого(мих) розділу(ів):

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Доцент кафедри БЖД Кажан К.І.		

8. Дата видачі завдання: «06» жовтня 2020 р.

Керівник дипломної роботи (проекту): _____
(підпис керівника)

Гай А. Є.
(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: _____
(підпис випускника)

Чирва О. В.
(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Еколого-економічна оцінка процесу рециклінгу металевих відходів»: 74 с., 5 рис., 5 табл., 25 літературних джерел.

Мета роботи: визначити особливості використання металу та металевих виробів, оцінити вплив металевих відходів на довкілля, проаналізувати процес переробки металевих відходів, оцінити еколого-економічні перспективи рециклінгу металевих відходів.

Завдання роботи:

- опрацювати літературні джерела та нормативно-правову базу у галузі твердих побутових відходів;
- оцінити в екологічних аспектах особливості використання металу та металевих відходів;
- визначити проблеми та перспективи у сфері поводження з металевими відходами та їх впливом на екологічний стан довкілля;
- ознайомитись з технологією переробки металевих відходів;
- сформулювати висновки та розробити рекомендації.

Об'єкт дослідження: екологічна оцінка використання та переробки металевих відходів.

Предмет дослідження: різновиди металевих виробів та відходів, методи їх утилізації.

Методи дослідження: аналіз, порівняння, синтез і систематизація; узагальнення науково-теоретичних даних; системний підхід, методи спостереження та порівняння.

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАЛІВ, МЕТАЛЕВІ ВИРОБИ, МЕТАЛЕВІ ВІДХОДИ, ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ, ВТОРИННА ПЕРЕРОБКА.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИКОРИСТАННЯ МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ.....	9
1.1. Характеристика та застосування металів.....	9
1.1.1. Характеристика металів.....	9
1.1.2. Класифікації металів.....	10
1.1.3. Будова металів.....	10
1.1.4. Властивості металів.....	11
1.1.5. Сплави металів.....	13
1.1.6. Сфери використання.....	13
1.2. Загальна технологія виготовлення металевих виробів.....	15
1.2.1. Характеристика сировини.....	15
1.2.2. Технологія виготовлення.....	16
1.3. Висновки до розділу.....	18
РОЗДІЛ 2. ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ МЕТАЛЕВИХ ВІДХОДІВ.....	19
2.1. Проблема утворення та утилізації металевих відходів.....	19
2.2. Вторинна переробка металевих відходів в Україні та закордоном.....	22
2.3. Перспективи рециклінгу металевих відходів.....	28
2.4. Технологічний процес переробки металевих відходів.....	34
2.5. Висновки до розділу.....	48
РОЗДІЛ 3. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЦЕСУ РЕЦИКЛІНГУ МЕТАЛЕВИХ ВІДХОДІВ.....	50
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	54
4.1. Аналіз робочого місця та умов праці.....	54
4.1.1. Опис робочого місця.....	54
4.1.2. Аналіз умов праці.....	54
4.1.3. Перелік шкідливих та небезпечних чинників.....	55

4.2. Аналіз шкідливих та небезпечних чинників.....	55
4.2.1. Мікроклімат робочої зони.....	55
4.2.2. Запиленість робочої зони.....	57
4.2.3. Шкідливі речовини в повітрі робочої зони.....	58
4.2.4. Виробничий шум, вібрації.....	58
4.2.5. Чинники важкості та напруженості трудового процесу.....	59
4.3. Вимірювання інтенсивності теплового випромінювання.....	59
4.4. Основні вимоги до засобів нормалізації мікроклімату та теплосахиству.....	62
4.5. Наявні методи та засоби нормалізації мікроклімату та теплосахиству.....	65
4.6. Пожежна безпека.....	68
ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ....	72

ВСТУП

Актуальність теми. Екологічна оцінка вторинної переробки відходів металів на сьогодні є одним з найактуальніших питань. Через унікальні властивості металів зростає використання металевих виробів у різних сферах людської діяльності. Це призводить до зростання частки металевих відходів. Через відсутність інфраструктури у сфері поводження з ними відбувається накопичення металів на звалищах та полігонах.

Головною проблемою є час розкладу металу в природному середовищі - сотні років. Продукція з металів є дуже поширеною і великогабаритною, через це відходи накопичуються в великих кількостях та займають дуже значну площу. Метали забруднюють ґрунти і водойми, спричиняють сповільнення росту рослин та життєдіяльності організмів у поверхневих шарах. Також велику небезпеку для довкілля становлять важкі метали та токсичні речовини, які використовують.

Мета і завдання виконання дипломної роботи.

Мета роботи – визначити особливості використання металу та металевих виробів, оцінити вплив металевих відходів на довкілля, проаналізувати процес переробки металевих відходів, оцінити еколого-економічні перспективи рециклінгу металевих відходів.

Завдання роботи:

1. Опрацювати літературні джерела та нормативно-правову базу у галузі твердих побутових відходів.
2. Оцінити в екологічних аспектах особливості використання металу та металевих відходів.
3. Визначити проблеми та перспективи у сфері поводження з металевими відходами та їх впливом на екологічний стан довкілля.
4. Ознайомитись з технологією переробки металевих відходів.
5. Сформулювати висновки та розробити рекомендації.

Об'єкт дослідження – екологічна оцінка використання та переробки металевих відходів.

Предмет дослідження – різновиди металевих виробів та відходів, методи їх утилізації.

Методи дослідження – аналіз, порівняння, синтез і систематизація; узагальнення науково-теоретичних даних; системний підхід, методи спостереження та порівняння.

Наукова новизна отриманих результатів: наукова новизна роботи полягає у визначенні економічної ефективності вторинних відходів. Основний акцент зроблено на дослідженні корисності відходів металів побутових відходів.

Практичне значення отриманих результатів: отриманні дані доповнюють результати досліджень еколого-економічної оцінки процесу рециклінгу металевих відходів.

Особистий внесок випускника: опрацьовано літературні джерела за темою, визначено шкідливий вплив металевих відходів на довкілля та перспективи вторинної переробки.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИКОРИСТАННЯ МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ

1.1. Характеристика та застосування металів

1.1.1. Характеристика металів

Метали – це речовини, які мають певні особливості у будові атомів і кристалів. За звичайних умов вони мають специфічні характерні властивості: високу електропровідність, теплопровідність, від’ємний температурний коефіцієнт електричної провідності, непрозорість, але мають здатність добре відбивати світлові хвилі (блиск), пластичність, ковкість [1].

Метали достатньо поширені в природі, а саме в земній корі. Найбільший вміст алюмінію – 8,2 % та заліза – 4,1 %. В періодичній системі метали займають значну частину елементів - 95 із 118. Також деякі з них існують в складі живих організмів, в тому числі людини.

З хімічної точки зору метали – це прості речовини, на зовнішній оболонці атомів яких присутня невелика кількість електронів (1–3), вони мають великі ефективні радіуси, низькі значення потенціалів іонізації та високі відновлювальні властивості.

Металами називають як власно метали (прості речовини), так і їх сплави. Іноді всі речовини, яким притаманні ті чи інші металічні властивості, відносять до класу металів. Наприклад, так звані «синтетичні» метали – інтеркалати (коли електропровідні речовини додають в кристалічну решітку металу), органічні метали (це сполуки, які мають безпосередній зв'язок металу з вуглецем) [2].

Характерною властивістю металів є поліморфізм – здатність утворювати різні кристалічні структури, маючи при цьому твердий стан.

1.1.2. Класифікація металів

Через значну різновидність та поширеність металів в навколишньому середовищі їх використовують в різних сферах життя, тому класифікацій існує велика кількість. В залежності від ознаки, за якою характеризують метали, виділяють такі класифікації.

Найбільш поширеною є класифікація металів на дві великі групи: чорні та кольорові метали.

До чорних відносять залізо, марганець, хром, та інші метали, які мають темно-сіре забарвлення, високу твердість та значну температуру плавлення та кипіння, високу густину.

До кольорових – всі інші метали, кольорове забарвлення та низькі температура плавлення та твердість. Як приклад – мідь.

Також метали поділяються за:

- Електронною конфігурацією – s-, p-, d-, f-метали.
- Походженням – природні та штучні.
- Природним походженням – лужні метали, лужноземельні метали, родина заліза, платинові метали, лантаноїди, актиноїди, рідкоземельні метали.
- Фізико-хімічними властивостями – важкі, легкі, легкоплавкі, тугоплавкі, благородні та радіоактивні метали.
- Розповсюдженням в природі – поширені, рідкі та розсіяні метали [1, 2].

1.1.3. Будова металів

Метали мають кристалічну будову, але різні конфігурації. Це залежить від хімічної будови або фазового стану. Виділяють три основні види будови кристалічної ґратки у металів (рис. 1.1.).

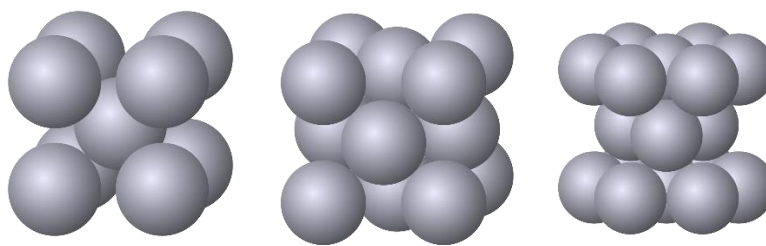


Рис. 1.1. Об'ємноцентрована структура, гранецентрована структура та гексагональна структура кристалічної ґратки

Кубічна об'ємноцентрована – залізо, хром, молібден, вольфрам і деяких інші метали мають елементарну комірку у вигляді куба з атомами у вершинах і додатковим – у центрі. Координаційне число 8.

Кубічна гранецентрована – атоми розміщуються у вершинах куба й додатково в центрі кожної грані. При збільшенні температури вище 910°C у кристалічній структурі метала відбувається перебудова, кількість атомів у елементарній комірці збільшується до 14. Це алюміній, кальцій, купрум.

Гексагональна структура з координаційним числом 12 притаманна таким елементам як берилій, магній, цинк, титан [2, 3].

Оскільки металам притаманний поліморфізм, то деякі з них можуть переходити з однієї структури в іншу, при зміні температури.

Також існують деякі метали, які не відносяться до цих трьох типів структури.

Перехід металів з рідкого стану у твердий називається кристалізацією. При охолодженні виникає велика кількість кристалів та можливе утворення неправильної структури та форми. Це називається дефектом. І вони впливають на фізичні властивості металів.

1.1.4. Властивості металів

Властивості металів залежать від їх будови. Відповідно до кристалічної ґратки визначаються оптичні, електромагнітні, механічні, електропровідні, теплові та інші властивості.

Властивості металів визначають їх призначення та використання у життєдіяльності людей.

Всі властивості поділяють на:

- механічні (ударна в'язкість, пружність, пластичність, міцність і твердість металу);
- технологічні (фізична і технологічна зварюваність, ковкість, оброблюваність різанням, ливарні властивості, здатність до паяння тощо);
- фізичні (колір, питома маса, теплова і електрична провідність, магнітні якості, температура плавлення, температурний коефіцієнт лінійного розширення тощо);
- хімічні (стійкість проти корозії, жароміцність, жаротривкість) [4].

До оптичних властивостей відносять непрозорість та металічний блиск. Металічний блиск є характерною особливістю металів, тобто вони добре відбивають світло. Але ця здатність проявляється лише тоді, коли метал утворює суцільну і гладку (поліровану) поверхню. Завдяки цій особливості пояснюється білий чи сірий колір більшості металів. І тому в порошковому стані вони темні.

Через просторову будову металевої ґратки метали мають вільні рухливі електрони, які забезпечують непрозорість металів. Ці електрони гасять коливання світлової хвилі, перетворюючи їх у теплоту. Також вони використовують їх енергію для вивільнення електронів зі своєї поверхні (явище фотоефекту) [3, 5].

Пластичність – здатність змінювати форму під впливом зміни зовнішніх умов, температури. Завдяки пластичності метали обробляються в металургії. Пластичність не у всіх однакова, найкраща у золото і найгірша у стибіа.

Твердість у всіх металів також різна. Це здатність опору проникнення у метал іншого твердого тіла. Найтвердіший метал – хром, найменш тверді – калій та натрій.

За густиною метали бувають важкі та легкі. Найважчі – ртуть, золото, найлегші – літій, натрій, калій.

Температура плавлення дуже різна та коливається від -39°C (ртуть) до 3410°C (вольфрам).

Також металам притаманні магнітні властивості. Є такі які проявляють опір

магнітному полю – берилій, цинк, ртуть. І такі, які особливо добре проводять магнітні поля – залізо, кобальт, нікель.

Метали мають високу електропровідність та теплопровідність. Найбільшу електропровідність мають срібло, мідь, золото і алюміній [5,6].

1.1.5. Сплави металів

Через свої унікальні властивості метали мають змогу утворювати сплави. Це такі речовини, які складаються з двох або більше компонентів, основою яких є метал. Перевагами сплавів є їх унікальні та багато вищі технологічні властивості.

Для одержання сплавів використовують найчастіше такі методи:

- кристалізація при охолодженні розплавлених компонентів;
- сумісне електроосадження твердої фази із розчину чи з газової фази;
- дифузійне насичення одного компонента іншим [4,6].

У техніці найчастіше використовують сплави на основі заліза (чавун, сталь) і сплави кольорових металів на основі міді (латунь, бронза), алюмінію (силумін, дюралюміній), свинцю, цинку, олова, нікелю. Деякі сплави роблять на основі вольфраму, титану, ванадію, молібдену й інших металів.

1.1.6. Сфери використання металів

Маючи велику кількість важливих і унікальних властивостей, своїй структурі та мінливості вироби з металів є дуже популярними для використання майже у всіх сферах господарювання.

Метал часто використовують як пакувальний матеріал оскільки він має ряд переваг: високу механічну міцність, ударостійкість, стійкість до дії внутрішнього тиску, добре зберігає багато видів продуктів, надійний захист від сонячного світла, газів, повітря, води і інших агресивних факторів навколишнього середовища.

Звісно присутні і недоліки, а саме те, що при використанні металічної тари для упаковки продуктів харчування можливий процес міграція іонів металу в

контактуючий продукт і в організм людини. Але цю проблему вирішують нанесенням захисного покриття на метал.

Також метал та його сплави використовують як конструкційні матеріали, це один із найдоступніших матеріалів, має високу міцність, стійкість та жорсткість. Метали хороші провідники електрики, особливо мідь та алюміній. Їх використовують для виготовлення резисторів, реостатів та електронагрівальних елементів. Використовуються для виготовлення інструментів.

В залежності від виду металів їх використовують:

- чорні метали - є основними продуктами чорної металургії, сплави цих металів використовують переважно у всіх галузях машинобудування;
- дорогоцінні метали - часто використовують в ювелірній промисловості, електроніці, електротехніці, хімічній промисловості;
- важкі метали - застосовують в машинобудуванні, електротехніці, енергетиці;
- рідкісні важкі метали - використовують як тугоплавкі конструкційні матеріали, а також в сплавах з чорними металами як легуючі елементи;
- легкі метали - використовують як конструкційні матеріали в авіації, космічній галузі, автомобілебудуванні;
- лужні метали - використовують переважно у сполуках у вигляді солей та електролітів;
- лужноземельні метали - застосовують в хімічній галузі [6, 9].

Завдяки своїм фізичним властивостям (твердість, висока щільність, температура плавлення, електропровідність, ковкість, зовнішній вигляд тощо) метали знаходять застосування в різних областях. Застосування металів залежить від їх індивідуальних властивостей:

Як приклад, залізу та сталі притаманні висока твердість і міцність. Завдяки цим властивостям вони широко використовуються в будівництві.

Алюміній, добре проводить тепло, має високу міцність при наднизьких температурах. Він використовується для виготовлення каструль і фольги, а також в криогенній техніці. Завдяки своїй низькій щільності – при виготовленні частин

літаків.

Мідь характеризується пластичністю і високою електропровідністю. Саме тому вона знайшла своє широке застосування у виробництві електричних кабелів і енергетичному машинобудуванні.

Золото і срібло дуже тягучі, в'язкі та інертні, мають високу вартість, використовуються в ювелірній справі. Золото також використовується для виготовлення електричних з'єднань, які не окисляються.

1.2. Загальна технологія виготовлення металевих виробів

1.2.1. Характеристика сировини

Добуванням руд, їх забагаченням, виготовленням сплавів та металевих виробів займається металургійна галузь промисловості.

Метали існують у природному середовищі як у вільному стані (самородні метали), так і, переважно, у вигляді хімічних сполук. У вигляді самородних металів перебувають найменш активні метали. Типовими їх представниками є золото і платина. Срібло, мідь, ртуть, олово можуть існувати в природному середовищі як у самородному стані, так і у вигляді сполук, решта металів – лише у вигляді сполук з іншими елементами.

Мінерали і гірські породи, що містять метали або їхні сполуки і придатні для промислового добування металів, називаються рудами. Найважливішими рудами металів є їх оксиди і солі (сульфіди, карбонати тощо). Якщо руди містять сполуки двох або декількох металів, то вони називаються поліметалічними (наприклад, мідно-цинкові, свинцево-срібні та інші) [7].

Одним із завдань металургії є видобування руд.

Сучасна металургія добуває понад 75 металів і велику кількість сплавів на їх основі. Залежно від способів добування металів розрізняють піро-, гідро- і електрометалургію.

1.2.2. Технологія виготовлення

Виділяють основні види металургії як промисловості – чорна та кольорова. До чорної металургії відносять виробництво чавуну, сталі, прокату, сталеві й чавунні труби, феросплави, металеві вироби промислового призначення. До кольорової – видобування і збагачення руди, виробництво і обробка кольорових металів, рідкісних і дорогоцінних металів та їхніх сплавів, видобування природних алмазів та іншої мінеральної сировини [7, 8].

Спочатку відбувається добування руди. Цим займається гірничо-збагачувальне виробництво. Буває шахтний або відкритий спосіб доування. Далі відбувається збагачення корисних копалин, з метою відокремлення руди від порожньої породи.

Існує порошкова металургіє, коли одержують виріб після стадії порошку із металу.

Далі йде кристалізація металів та їх плавлення. Плавкою займається ливарне виробництво. На цьому етапі в залежності від ливарної форми виходить форма металевого виробу.

Для деформування виробу або поділу його без утворення стружки використовують оброблення металу тиском. Це можливо завдяки пластичності металу. Обробка металів тиском – один з найпоширеніших, найпродуктивніших і найдешевших методів виготовлення заготовок різної маси та розмірів з металів та сплавів [8, 9].

Для отримання деталей та заготовок метали обробляють тиском такими способами:

- вальцювання – оброблення металу тиском, при цьому заготовка обтискується обертовими валками прокатного стану;
- волочіння – процес протягування заготовок крізь отвір, що поступово звужується;
- пресування (екструзія) – витискання металу із замкненого об'єму крізь калібрувальний отвір;

- кування – оброблення металу тиском місцевого прикладення деформуючих ударних навантажень за допомогою універсального підкладного інструмента або бойків із вільним переміщенням металу у всіх напрямках;
- штампування – отримання заготовок за допомогою штампів [8, 10].

Наступним етапом є термічне оброблення. Його використовують як проміжний етап для того щоб надати кращі технологічні властивості. До різних видів термообробки належать: відпалювання, відпуск металу, гартування, електротермічна обробка, ізотермічна обробка, нормалізація, патентування, штучне старіння металів, термомеханічна обробка, термохімікомеханічна обробка, хіміко-термічна обробка, лазерна обробка. Використовується, також, спосіб термоциклічного оброблення, яке полягає у чергуванні нагріву й охолодження металу без витримування при високій температурі. Це дає змогу одержувати дрібнозернисту структуру металу, підвищувати рівень його міцнісних і пластичних характеристик [8, 9].

Останнім йде нанесення захисних покриттів. Наприклад, плакування, газотермічне напилення (газополуменеве, електродугове, плазмове, детонаційне тощо), електрохімічне нанесення (хромування, цинкування, сріблення) тощо. Покриття найчастіше застосовуються з метою захисту металів від корозії. Покриття досить широко, також, використовуються в техніці для підвищення жаротривкості, зносостійкості, поверхневої твердості металевих виробів та з метою відновлення робочих поверхонь, пошкоджених внаслідок зношування, корозії, ерозії, кавітації [9].

Оскільки метали використовуються в багатьох сферах і мають різну сировину та призначення, то описати технологію вироблення досить складно. Але можна виділити основні етапи від добування до прокату.

Сучасна металургія як сукупність основних технологічних операцій виробництва металів і сплавів та їх первинної переробки включає в себе такі процеси (рис. 1.2.):

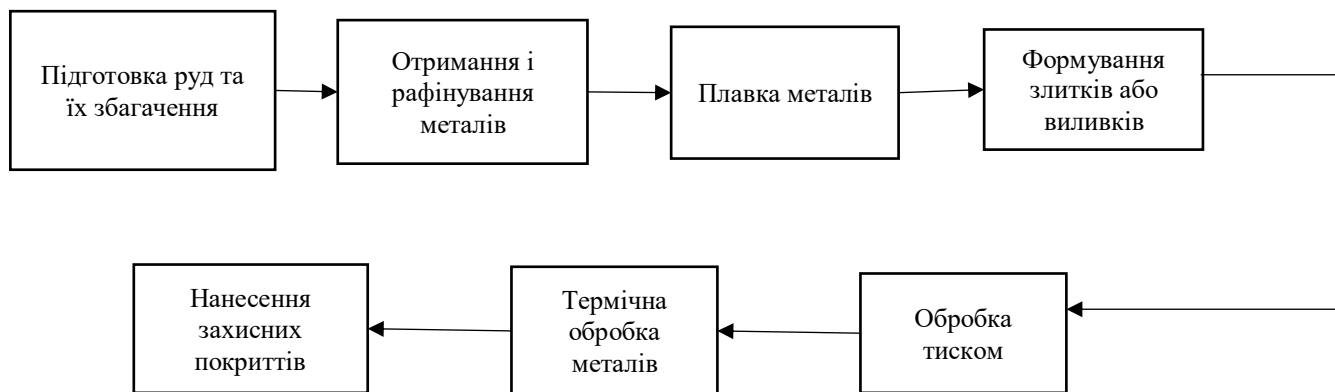


Рис. 1.2. Загальна схема виробництва металевих виробів

1.3. Висновки до розділу

Отже, через свої унікальні фізико-механічні, хімічні, електрофізичні, оптичні та гігієнічні властивості метали та вироби з нього активно використовується в різних сферах людської діяльності. Найпоширенішим використанням є в машиннобудуванні, будівельній сфері, електротехніці, ювелірних виробів, хімічній галузі та різних галузях техніки. Метали відзначаються, значною механічною міцністю, негорючістю, плавкістю і високими тепло- та електроізоляційними властивостями.

У зв'язку з його різноманітністю, властивостями та унікальністю виникає складність в обробці та виготовленні виробів. Це технологічно довгий та складний процес. За рахунок різних видів домішок та специфічних методів обробки металів є можливість отримання великої кількості матеріалу та виробів різного призначення.

Під час виготовлення виробів з металів відбувається значний негативний вплив на навколишнє середовище. Починаючи з видобутку, де утворюється велика кількість відходів, та під час обробки, де відбуваються викиди в атмосферу, велике шумове, теплове та вібраційне забруднення.

РОЗДІЛ 2

ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ МЕТАЛЕВИХ ВІДХОДІВ

2.1. Проблема утворення та утилізації металевих відходів

На сьогодні актуальною є проблема великої кількості відходів в цілому і конкретно металевих. Через значну поширеність використання металевих виробів у суспільстві, та значних його габаритів відбувається накопичення металів у природньому середовищі. Це негативно впливає на довкілля, живі організми та людей, призводить до засмічення, пригнічення росту та може токсично забруднювати.

Виробництво і споживання металів в світі постійно зростає. За останні 20 років щорічне світове споживання металів зросло і складає, близько 800 млн. тонн. З 800 млн. т щорічно споживаних металів більше 90% (750 млн. т) припадає на сталь, близько 3% (20-22 млн. т) на алюміній, 1,5% (8-10 млн. т) - мідь, 5-6 млн. т - цинк, 4-5 млн. т - свинець (решта - менше 1 млн. т).

Обсяги утворення твердих побутових відходів в Україні в середньому за рік становлять 49 млн. куб. метрів, або близько 11 млн. тонн. Незважаючи на те, що протягом останніх 20 років чисельність населення України постійно скорочується, обсяги утворення побутових відходів збільшуються [11].

Показник утворення відходів в Україні в середньому становить 250-300 кілограмів на рік на людину і має тенденцію до зростання.

Метали відносяться як і до твердих побутових відходів та складають 1% від їх загального складу, так і до промислових відходів. Але більша частина металу припадає на промислові відходи.

Основні обсяги промислових відходів утворюються в таких галузях:

- гірничо-хімічна промисловість;
- чорна та кольорова металургія;
- машинобудівна та металообробна промисловість;

- лісова та деревообробна промисловість;
- енергетика;
- хімічна, нафтохімічна та суміжні галузі промисловості;
- харчова промисловість;
- легка промисловість.

На сьогоднішній день в Україні накопичено 25 млрд. тон твердих промислових відходів. Які займають площу 1600 км² [12].

За статистикою на підприємствах України щороку утворюється 1 млрд. твердих промислових відходів. Із них 100 млн. тон токсичних, а 2,5-3,5 млн. тонн високотоксичних, які за європейськими стандартами відносяться до першого класу небезпеки. Кількість підприємств, на яких фіксують токсичні відходи перевищує 2500. Загальний обсяг накопичення токсичних відходів становить 4,5 млрд. тонн. Щороку на зберігання цих відходів витрачаються великі кошти, які перевищують на 25% вартість виробленої продукції [11].

Найбільше утворюються токсичні відходи, які містять важкі метали (хром, свинець, нікель, кадмій, ртуть). Переважно це відходи підприємств чорної і кольорової металургії, хімічної промисловості, машинобудування (гальванічні виробництва), гірничо-хімічні комбінати та інші.

В нашій державі нараховується близько 300 накопичувачів твердих токсичних відходів, які побудовані без належного технічного захисту і стали джерелом екологічної небезпеки регіонального масштабу. Через це виникає проблема нестачі правильно обладнаних сховищ для зберігання токсичних відходів і установок для їх знешкодження та регенерації.

Найбільший обсяг відходів чорних металів утворюється при транспортному машинобудуванні, далі в суднобудівництві, верстатному будівництві та виробництві приладів.

На сьогодні в Україні найбільш простим та поширеним методом поводження с відходами металів є його захоронення.

Захоронення проводять залежно від класу токсичності.

Всі тверді промислові відходи в залежності від їх впливу на ґрунти, підземні ґрунтові води, атмосферу та здоров'я людини поділяють на чотири класи токсичності [13]:

- I - надзвичайно небезпечні;
- II - високо небезпечні;
- III- помірно небезпечні;
- IV- мало небезпечні.

До I класу токсичності відносяться надзвичайно небезпечні тверді промислові відходи:

- мало радіоактивні;
- ртуть та її сполуки;
- миш'як та його сполуки;
- ціаніди;
- та інші надзвичайно отруйні речовини.

До II групи токсичності відносять високо небезпечні тверді промислові відходи:

- важкі метали та їх солі;
- хром та його солі;
- кадмій та його солі;
- свинець та його солі;
- відходи гальванічних виробництв;
- осад стічних вод промислових підприємств;
- шлам пилу із систем мокрого очищення газів.

До III групи токсичності відносять помірнонебезпечні тверді промислові відходи (які утворюються на підприємствах хімічної промисловості і не відносяться до перших двох груп токсичності):

- сода та дистилятна рідина;
- розчини солей;
- пластмаси та інші.

До IV групи токсичності відносять мало небезпечні тверді промислові відходи:

- деревина;
- зола;
- шлами;
- продукти збагачення мінеральної сировини [12].

Отже, деякі відходи металів відносять до високо та надзвичайно токсичних відходів і вони мають піддаватися попередній обробці та захороненню.

Але через те що на сьогодні в Україні заходи утилізації та захоронення не виконуються належним чином, у нас виникає катастрофічна ситуація. Відбувається величезне накопичення різних відходів на звалищах разом із токсичними, і стає неможливим ефективно, дешево та раціонально сортувати. Очищати та переробляти відходи металів.

2.2. Вторинна переробка металевих відходів в Україні та закордоном

Україна на сьогодні входить до топ 10 світового рейтингу з обсягу накопичених відходів. А переробляє за різними даними від 4 до 8 відсотків, враховуючи сортування та спалювання. Проте через високий рівень забруднення повітря, швидке розростання смітників та звалищ, а також завдяки тиску західних партнерів, у тому числі шляхом фінансування екологічних програм для активістів і громад, почалися зміни в законодавчій базі.

З підписанням Угоди про асоціацію між Україною та ЄС ми вступили до нового етапу поводження з відходами і Директива 2008/98/ЄС, що лягла в основу Національної стратегії управління відходами, стала також завданням України.

Директива ЄС визначає п'ять важливих пунктів [14]:

- запобігання утворенню відходів;
- підготовка до повторного використання;
- рециклінг або переробка;
- інша утилізація – енергетичне відновлення;
- видалення, в тому числі й захоронення.

Формування ринку вторинної сировини в Україні набуває всебільш системного

характеру. Цей процес суперечливий, але в той же час досить поступальний. Абсолютні показники, починаючи з 2010 р., свідчать про стійку динаміку зростання.

Використання таких видів вторинної сировини, як макулатура, досягло 644 тис. т, склобою – 263,4, вторинних полімерних матеріалів – 28, купоросу залізного – 57 тис. т. Крім того, використано 17,5 млн. т брухту і відходів чорних металів та 330,8 тис. т – кольорових металів. Загальні обсяги використання відходів як вторинної сировини досягли 189,3 млн. т. Звичайно, у зазначеному обсязі майже 70% припадає на відходи гірничопромислового комплексу (породи розкривні, супутні, шлами), які значною мірою перебувають поза ринковим обігом і використовуються у власному технологічному циклі. Однак за значене не зменшує ресурсного внеску вторинних джерел сировини. Розвивається одночасно організаційно-виробнича інфраструктура ринку вторинної сировини.

В Україні близько 1000 підприємств, що здійснюють переробку відходів, які відсортовують з тверді побутові відходи. До складу об'єднання "Укрвторма" входять близько 100 спеціалізованих заготівельних і переробних підприємств великого, середнього й малого бізнесу, розташованих у всіх регіонах України.

Діяльністю спеціалізованих заготівельних підприємств об'єднання є збирання й заготівля відходів як вторинної сировини, зокрема макулатури, вторинних полімерних матеріалів, використаної ПЕТФ-пляшки, склобою, використаної металевої тари тощо. У деяких регіонах України за участю підприємств запроваджено роздільне збирання твердих побутових відходів, а також надаються послуги з вивезення ТПВ.

Головна проблема полягає в недостатності вторинної сировини, яку наша держава на цей момент купує закордоном.

Переробна галузь України потребує значних обсягів вторинної сировини – макулатури, полімерних матеріалів, ПЕТ-пляшок, алюмінієвих банок, склобою тощо.

Дефіцит сировини на внутрішньому ринку покривають за рахунок імпорту. Україна закупляє сировину, яку в нас фактично викидають на сміттєзвалища. Тому необхідно організовувати роздільне збирання, щоб вже збудовані переробні

підприємства займалися переробкою нашого сміття, а не закордонного.

В Україні у 822 населених пунктах запроваджують роздільне збирання побутових відходів. У 20 населених пунктах працюють 25 сміттесортувальних ліній, зокрема 6 у Києві. Проте говорити про успішність сортування ще дуже рано. Для прикладу можемо розглянути частку населених пунктів, у яких запроваджено роздільне збирання твердих побутових відходів, щодо загальної кількості населених пунктів цього регіону на 2017 рік: у Вінницькій області - 2,9 %; у Житомирській - 1 %; у Одеській - 0,3 %; у Харківській - 10,9 %; у Київській - 2,8 %. Тому в нас із переробкою сміття поки що невтішні результати.

Розглянемо європейський досвід у цій сфері, скажімо, досвід сортування Німеччини та Італії. У Німеччині є 6 баків, у яких розділяють: упаковку з різних матеріалів, скло, папір і картон, склотару багаторазового використання, органічні відходи й інше змішане сміття. У Італії всього 3 баки: для скла, змішаного сухого сміття та органічних відходів. І потім сухе сміття вже сортують на сортувальних лініях. Там його розділяють за виглядом, кольором тощо.

Знову ж таки, для того щоб організувати бізнес із переробки сміття, необхідно мати немалий капітал. Так, потрібно організувати сміттєпереробну лінію, закупити спеціальні машини, контейнери, орендувати землю, забезпечити робочими ресурсами, електроенергією, пресувальними апаратами. Наприклад, один депо-контейнер коштує 15 тис. грн., спеціальна відвантажувальна машина - 700 тис. грн., а необхідна для перероблювання сміття площа земельної ділянки – близько 1 га.

Також існує значна кількість небезпечних відходів, які викидають на сміттєві полігони. Це градусники, акумулятори, люмінесцентні лампочки, батареї. Такі матеріали й речовини необхідно переробляти або ліквідувати за особливими процедурами. Наприклад, є певна активність зі збирання батарейок, але жодне підприємство в Україні не займається їх переробкою. На сьогодні можливе їх зберігання на складах, а потім відправляти закордон для переробки або ж побудувати в Україні завод для переробки цих відходів. Тому пріоритетним є запровадження законодавства щодо сортування й переробки небезпечних відходів. Мінрегіон розробив законопроект "Про батареї, батареї і акумулятори", яким запроваджується

система розширеної відповідальності виробників таких небезпечних відходів. Цей законопроект перебуває на стадії громадського обговорення.

У листопаді минулого року було прийнято дуже важливий документ – Стратегію управління відходами в Україні до 2030 року, яка регламентує механізм поводження з відходами.

Проте в Україні зараз немає закону, який би врегульовував питання щодо фінансування поводження з побутовими відходами. Існує кілька законопроектів, у яких ініціатори пропонують по-різному врегулювати це питання.

Ухвалення Закону "Про упаковку та відходи упаковки" у якому передбачено розширену відповідальність виробників тари (упаковки) та виробників продукції в тарі (упаковці). У такому випадку сам бізнес (виробники) фінансуватиме, організовуватиме й відповідатиме за сортування сміття. Як і у Європі. 70 % європейських країн організовують це саме в такий спосіб.

З іншого боку, пропонується запровадити екологічний податок на упаковку й відходи від упаковки. Такий податок передбачає збирання близько 6 млрд грн. із виробників тари й упаковки. У цьому випадку податок буде зосереджено в держбюджеті, звідки ці кошти, перенаправляти на "Будівництво сміттєпереробних (сміттєспалювальних) заводів". Але цей напрям не є правильним, оскільки в Україні більш ніж достатньо переробних заводів, а спалювати цінну вторинну сировину за її значного дефіциту є недоцільним. У нас проблема полягає з організацією розділеного збирання сміття.

Одним зі світових лідерів переробки відходів по праву вважається Німеччина. Ще в 1990 році була прийнята нова державна система «Duales System Deutschland GmbH». Вона виявилася настільки ефективною, що в одному тільки Берліні майже 90% домогосподарств беруть участь у процесі роздільного збирання сміття. Це при тому, що жодних санкцій за порушення порядку система не передбачає.

У Німеччині переробкою різного сміття займаються різні компанії, що робить процес більш децентралізованим.

Цікавою є ситуація з великогабаритними відходами. Якщо німцю потрібно викинути холодильник, він повинен замовити спеціальну машину або самостійно

відвезти його в пункт прийому великогабаритного сміття. Однак не зроби він щось з перерахованого вище, а просто викинь обридлий холодильник на вулицю, то його не спіткає жодне покарання. Система працює виключно на особистій відповідальності громадян.

Більша частина сміття в Німеччині сьогодні спалюється. Пара надходить на електростанції, де змушує працювати генератори. Так, наприклад, в одному тільки Берліні майже 12% електроенергії, необхідної для домогосподарств, виробляється таким чином.

Німеччина - приклад країни, яка за 25 років змогла піти від неминучого сміттевого колапсу і прийшла до системи сортування та утилізації 95% відходів. Прекрасний кейс для України чи будь-якої іншої країни, яка володіє величезними переповненими сміттєвими полігонами, повною відсутністю культури роздільного викидання відходів, а також стоїть на порозі екологічної катастрофи.

Швейцарія вважається одним з лідерів щодо утилізації та переробки відходів у Європі. Вже у 2000 році у країні були заборонені сміттєві полігони, тому сьогодні більш як половина всього сміття йде на переробку, а решта спалюється.

Наприклад, на повторну переробку тут потрапляє до 90% склотари.

Те ж саме можна сказати про 60% всіх батарей, які люди не ризикують просто викидати в урни.

Також в країні переробляють 60% паперу, який необхідно здавати тільки окремо від картону (його переробка коштує дорожче, відтак лише 30% картону переробляється).

Що стосується алюмінію і жерсті, то 90% алюмінієвих банок і 70% бляшанок також знаходять друге життя.

Система сортування у Франції дуже проста - є всього два контейнери. Один служить для збирання вторинної сировини, що переробляється, інший для непереробного. До першого відносять пляшки, банки, спеціальні упаковки й папір. Решта сміття автоматично підпадає під другу категорію.

Також іноді сміття у Франції може бути відсортоване на чотири категорії. Побутові або харчові відходи складають у зелені баки. Контейнери жовтого кольору

призначені для упаковки (металевої, пластикової та картонної), білі баки - тільки для скла (але туди забороняється викидати зіпсовані лампи), баки синього кольору - для газет, журналів, картону.

Французька система не передбачає покарань чи заохочень за сортування сміття. Виключно особиста відповідальність громадян.

У багатьох магазинах можна знайти пункти прийому батарейок, лампочок або дрібної побутової техніки.

Сьогодні Швеція переробляє більш як 99% своїх відходів, ще й попутно імпортує майже 700 тисяч тон сміття з інших країн.

На сьогодні у Швеції пріоритетом виступає не утилізація сміття, а його переробка. Шведські домогосподарства роздільно збирають газети, пластик, метал, скло, електричні прилади, лампочки і батарейки. Також в окремі мішки викидаються харчові відходи. Далі це все переробляється, використовується або знову йде на добрива.

У Швеції на відходах функціонує 30 електростанцій, що спалюють 5,5 млн тонн сміття на рік.

Попіл, що залишився, складає 15% від початкової ваги відходів, його сортують і знову відправляють на переробку. Залишки просівають, щоб витягти гравій, який використовується в дорожньому будівництві. На виході лише 1% відходів знаходить спокій на сміттєвих звалищах.

Важливо, що сортування сміття у Швеції є добровільною справою. Уряд лише проводить інформаційні кампанії, спрямовані на популяризацію ідей роздільного збору відходів.

Для вирішення проблем з вторинною переробкою металів потрібно:

- розробити оптимальну систему щодо переробки сміття з чітко прописаними правилами, правами та обов'язками;
- забезпечити відповідний нормативно-правовий супровод;
- модернізувати та створити нові сміттєспалювальні та сміттєпереробні заводи;
- сортувати та переробляти відходи;

- ввести штрафи за викидання несортованого сміття та в спеціально невідведені місця;
- збільшити кількість пунктів прийому батарейок, лампочок та дрібної побутової техніки.

Забезпечення екологічної безпеки населення є невід’ємною частиною стійкого економічного і соціального розвитку держави. Економічне питання утилізації відходів необхідно розглядати з двох сторін – для суб’єкта господарської діяльності, що здійснює утилізацію та соціуму, за рахунок якого покриваються витрати шляхом підвищення тарифів для населення. Спираючись на досвід інших країн, Україна може обрати найбільш оптимальний варіант по переробці та утилізації відходів.

Варто звернути увагу на провідні галузі України (чорна металургія, машинобудування, хімічна, харчова) та виходячи з цього розвивати сферу утилізації відходів. Беручи за основу методи розв’язання цих проблем у країн Європи.

2.3. Перспективи рециклінгу металевих відходів

Україна як промислова держава потребує в знаходженні нових шляхів оптимізації технологій поводження з промисловими відходами. Відходи металів можна розглядати як додаткову сировину та матеріали. Що дозволяє регулювати собівартість продукції та бути конкурентноспроможними на ринку. При тому що кількість відходів металів щорічно зростають, їх використання я вторинної сировини є вигідним та ефективним вирішенням для покращення як економічного стану країни, так і екологічного [15].

Найпоширенішим способом поводження з відходами металів залишається їх вивезення та захоронення на полігонах і сміттєзвалища, адже цей метод є найдешевшим.

Час розкладу металу в природному середовищі складає сотні років. Продукція з металів є дуже поширеною і великогабаритною, через це відходи накопичуються в великих кількостях та займають дуже значну площу. Метали забруднюють ґрунти і водойми, спричиняють сповільнення росту рослин та життєдіяльності організмів у

поверхневих шарах. Також велику небезпеку для довкілля становлять важкі метали та токсичні речовини, які використовують.

Найбільш ефективним способом утилізації металевих відходів є їх вторинна переробка. Тому утилізація металобрухту є дуже важливим завданням для усіх підприємств і закладів, де можуть утворюватися металеві відходи – від добування руди до житлових будинків.

Утилізацію брухту можна здійснити, якщо сировина належить в одній з категорій:

1. Чорні метали. Сюди відносяться вироби з чавуну, нержавіючої сталі і заліза у вигляді шматків, міксу і стружки. Виділяють 67 груп металів, що відрізняються процентним вмістом легуючих добавок.
2. Кольорові метали. До цієї категорії відносять елементи з міді і її сплавів, свинець, магній, титан, напівпровідниковий і рідкісний лом. Також утилізації придатні всі існуючі різновиди акумуляторів і батарейок, кабелі та деталі електронної промисловості, виготовлені з благородних металів.

Метали можуть піддаватися повторній переробці багаторазово, як і скло. По суті сталь або алюміній з автомобіля або пральної машини, кожного разу може стати сировиною для нових виробів. Хороший приклад – акумулятори, які можуть бути повторно використані знову і знову, щоб робити нові батареї, не прибігаючи до видобутку.

Чорна металургія – одна з провідних галузей важкої промисловості, яка охоплює виробництво чорних металів та спорідненої сировини і напівфабрикатів. До чорної металургії входить видобуток усіх видів чорних металів та виробництво з них (чавун, прокатчорних металів, сталь, феросплави, а також вторинні виробництва: сталеві і чавунні труби, порошки чорних металів та металеві вироби індустріального призначення). До чорної металургії належать також галузі, що видобувають і переробляють флюсові вапняки, кокс, вогнетривкі матеріали і інші продукти, які є сировиною для виробництва чорних металів.

Великий обсяг твердих відходів утворюється на підприємствах чорної металургії. Так, при виплавленні однієї тонни сталі утворюється 650-700 кг твердих

відходів - шлаків, шламів та відходів металу. Шлаки та шлами використовуються у будівельній індустрії для виробництва будівельних матеріалів, а відходи металу направляються на повторну переплавку. Тому на сьогоднішній день потребує вирішення проблема бережливого та раціонального використання металу та виробів із нього.

Мідь, алюміній, олово, залізо є цінною сировиною для виробництва металевих виробів. Вартість металу, отриманого в процесі вторинної переробки, на 70% нижче. Тому, пошук та здавання металу на пункти прийому металобрухту є набагато вигіднішим: на самих сміттєзвалищах відбувається пересортування свіжих відходів або на сортувальних станціях, або іншими особами вручну (що не є законним). Раціональне використання металу необхідно здійснювати на підприємствах металообробної промисловості, добиваючись зниження металоємкості виробів, умілого використання металопрокату, зменшення випуску бракованих виробів, здійснення всіх мір по його максимальному використанню, дбайливого ставлення до відходів металу. Згідно державних стандартів відходи металу діляться на лом та відходи [15].

Ломом металів називаються зношені деталі та ті, що вийшли з вжитку, а також вироби з металу і сплавів.

Відходами металів називають промислові відходи всіх стадій переробки металу або сплаву від його виплавляння до механічної обробки, які становлять 80-85% відходів металообробних заводів.

Шлак є побічним продуктом як чорної, так і кольорової металургії [16]. При виплавці чавуну і сталі утворюються сплави (шлаки), що містять кремній, магній, кальцій, алюміній, залізо, марганець. У металургійному виробництві 80% від загальної кількості твердих промислових відходів становлять саме шлаки. Класифікація шлаків подана на рис. 2.1.

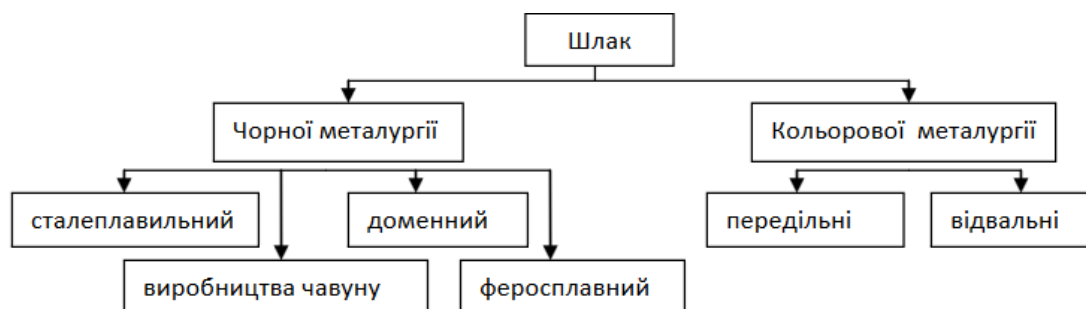


Рис. 2.1. Класифікаційні види шлаків як відходів промислових підприємств.

З економічної точки зору корисність шлаків промислових підприємств можна оцінити за ступенем утилізації (табл. 2.1) [17].

Таблиця 2.1

Вміст корисних елементів у промислових шлаках

Вид шлаку	Корисні хімічні елементи	Вихід шлаку, %	Ступінь утилізації, %
Шлак сталеплавний	Марганець, залізо, окис кальцію	50	70
Шлак феросплавний	Залізо, карбонати, кремній	50	70
Шлак виробництва чавуну	Ванадій, марганець, кремній, магній, кальцій, алюміній, залізо	50	80
Шлак передільний	Нікель, мідь, титан, ванадій	90	70
Шлак відвальний	Оксиди металів	90	10

Утилізація доменних шлаків досягає 80%. Їх застосовують у масовому виробництві будівельних деталей (блоків, плит і т.д.). З доменного шлаку виготовляють:

- гранульований шлак, який застосовується у виробництві цементу і шлакоблоків;

- пемзу – легкий заповнювач бетонів;
- щебінь;
- литі вироби (петрургія);
- шлакова вата.

Із сталеплавильних шлаків виготовляють щебінь для дорожнього будівництва; використовують в аглодоменному і вагранковому виробництвах з метою вилучення марганцю, заліза, окислу кальцію. Феросплавні шлаки переробляються на вапняну муку, щебінь і шлаковий пісок для будівництва, технологічний порошок для ливарного виробництва, частина їх йде на виплавку готових сплавів. Для виробництва феросплавів отримують і спеціальні шлаки шляхом комплексної переробки руди і чавунів. З природнолегованого чавуну доцільно методом окиснення переводити в шлак ванадій, марганець, інші метали, а потім використовувати цей шлак для виробництва цих металів або їх сплавів [16].

У кольоровій металургії розрізняють шлаки передільні і відвальні. Передільні мають підвищений вміст цінних металів; утворюються як побічний продукт процесів отримання або рафінування металів (наприклад, конвертерні шлаки нікелевого і мідного виробництв або анодні шлаки рафінування міді). Іноді передільний шлак є одним з основних продуктів технологічної схеми, в якому концентрується вилучений метал (наприклад, титанові або ванадієві шлаки). Вихід шлаку істотний (так, при переробці бідних руд їх утворюється до 100-120 т на 1 т витягнутого металу), тому навіть незначний вміст кольорових металів в шлаках приводить до значних втрат. Для вилучення металів з передільних шлаків їх направляють в оборот в один з основних процесів технологічної схеми або застосовують спеціальні процеси обробки: електроплавлення з добавкою відновника і сульфідизатора, флотацію та інше.

З метою оцінки економічної доцільності використання вторинних матеріалів необхідно зазначити місце виникнення їх у технологічному ланцюжку виробничих процесів. Відходи чорної металургії утворюються вже на стадії видобутку руди. При цьому слід зазначити, що близько 70% пустих порід і відходів збагачення можна застосовувати для виробництва будівельних матеріалів. Підприємства чорної

металургії, видобуваючи залізну руду, всі інші компоненти, у тому числі мідь, цинк, свинець, золото відправляють у відвали [18].

Нині щорічно в Україні утворюється близько 1 млрд. тонн твердих відходів виробництва та споживання. Тільки десята частина із них застосовується як вторинні матеріальні ресурси, а решта потрапляє в сховища, шламонакопичувачі, терикони. Тверді промислові відходи на сучасному етапі займають площу 1600 км², а загальний їх обсяг досяг 25 млрд. тонн, в тому числі 4,5 млрд. тонн високотоксичних.

Металургійна промисловість є масштабним виробником металевих відходів в Україні. Але саме ці відходи мають найбільший рівень вторинної переробки (до 70%).

Переваги рециклінгу:

- Металобрухт після переплавки має властивості, які притаманні первинній сировині. З нього виходить якісний металопрокат.
- Добування металевих руд є складною справою, тому вторинна переробка брухту набагато вигідніше для галузі.
- Забезпечує велику економію матеріальних та трудових затрат. Це пов'язано з тим, що витрати на залучення металевих відходів у обіг значно менші, ніж на виплавку первинного металу з руди. Використання 1 т підготовленого брухту чорних металів забезпечує економію близько 2 т руди, 0,5 т коксу та 100 м³ газу.
- Зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Видобуток сировини з руди завдає в 10 разів більше шкоди.
- Збереження природних запасів (залізної руди).
- Виготовлення продукту відбувається швидше. Переробка брухту - процес більш швидкий, ніж видобуток і використання залізної руди.
- Переробка металобрухту сприяє щорічному збереженню значних площ земель від можливого утворення звалищ.

Вторинний попит на заготовки (в порівнянні з виробами, отриманими в результаті виробництва металу з руди), виплавлені з брухту кольорових і чорних

металів, характеризується по галузям (рис. 2.2.):

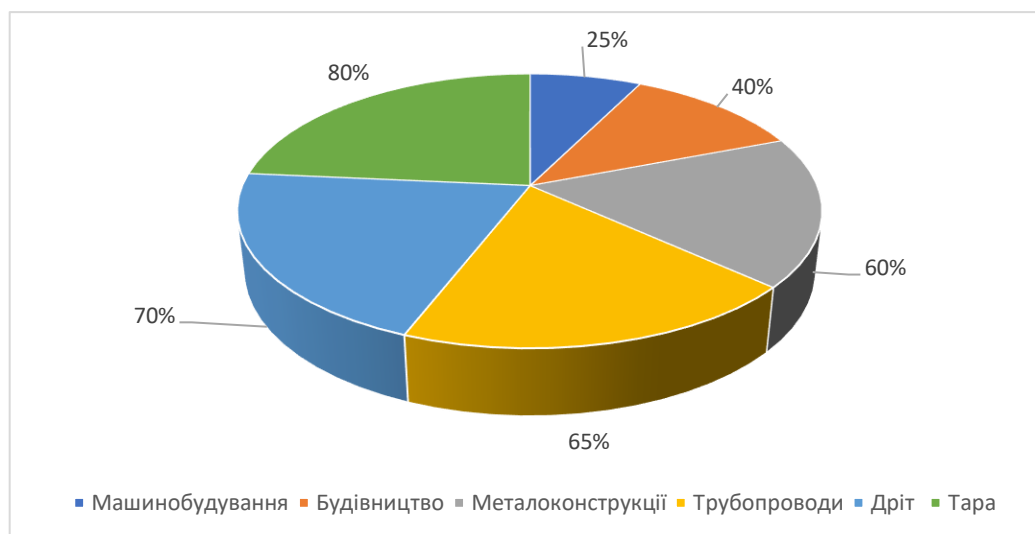


Рис. 2.2. Попит на вироби з вторинної переробки металів

- По машинобудуванню в цілому - до 25%, в тому числі автомобілебудування - 18 - 20%;
- У будівництві (в тому числі - багатоповерхове, індустріальне) - до 40%;
- Для виготовлення сталевих металоконструкцій - до 60%;
- При установці і прокладання магістральних трубопроводів - до 60 - 65%;
- При отриманні дроту - до 70%;
- При випуску сталевих тари - до 80%;

2.4. Технологічний процес рециклінгу металевих відходів

Металобрухт – це непридатні для прямого використання вироби або частини виробів, які за рішенням власника втратили експлуатаційну цінність внаслідок фізичного або морального зносу і містять у собі чорні або кольорові метали чи їх сплави, а також вироби з металу, що мають непоправний брак, залишки чорних і кольорових металів і їх сплавів [19].

На підприємстві металобрухт зазвичай утворюється одним із двох способів:

— під час здійснення господарської діяльності у вигляді відходів від основної чи допоміжної діяльності підприємства (сталеві стружка, обрізки металопрокату тощо);

— після ліквідації об'єкта основних засобів як матеріали, що залишилися після розбирання такого об'єкта і які містять у собі чорні або кольорові метали чи їх сплави.

Утворений металобрухт підприємство може використати у господарській діяльності або передати (продати) його за плату спеціалізованим підприємствам, які займаються збором та переробкою даного виду вторинної сировини.

Металобрухт класифікують на такі групи:

1. Габаритний сталевий брухт
2. Негабаритний сталевий брухт
 1. Брухт для подальшого перероблення
 2. Залізничний брухт
 3. Брухт для пресування, брухт під різання
 4. Судновий брухт
 5. Мішаний брухт
 6. Сталевий дріт
 7. Сталева стружка
3. Чавунний брухт
 1. Габаритний чавунний брухт
 2. Негабаритний чавунний брухт
 3. Брикети з чавунної стружки
 4. Чавунна стружка
4. Доменний присад
 1. Габаритний доменний присад
 2. Негабаритний доменний присад
5. Циндра вальцьованого й ковальського виробництва
6. Зварювальна жужель
7. Однорідний брухт із відомим хімічним складом

Процес рециклінгу досить складний та багаторівневий. Він вимагає чіткого дотримання технічних стандартів та послідовності дій.

Виокремлюють такі етапи:

1. Збір та групування металевих відходів.
2. Радіаційний контроль.
3. Перевірка на пожежонебезпечність і вибуховість.
4. Сортування за хімічним складом.
5. Групування металобрухту за габаритами.
6. Розрізання великих шматків металів та пресування дрібних деталей у брикети.
7. Дроблення та очищення від бруду, пилу та неметалевих елементів.
8. Утворення шихти, плавка та розкиснювання металу.
9. Розливання сталі у форми.
10. Термічне оброблення.
11. Нанесення захисних покриттів.
12. Упаковка та транспортування

Різні етапи процесу, як правило, реалізуються на різних підприємствах: одні займаються збором сировини, інші – обробкою та попереднім сортуванням, треті виготовляють нові вироби. Підприємств повного циклу в цій сфері небагато.

Постійно-зростаючий попит на метали в металургійній промисловості, і перебої з поставками металопрокату, зробили актуальною переробку металобрухту для потреб металургійної промисловості. Частка металобрухту в промисловому виробництві займає близько 8%, і вона неухильно зростає. Метал, на відміну від пластику, переробляється велику кількість разів, оскільки, він не втрачає своїх властивостей та якостей.

Спочатку металобрухт збирається на заводах, фабриках і від населення; на пунктах прийому металобрухту він сортується в залежності від складу і призначення металевих виробів: збираються корпуси від пральних машин, автомобілів або кухонних приборів. Ретельно відокремлюються вироби з міді та алюмінію – їх переробляють окремо. Відсортований метал пакується і відправляється в

утилізаційні центри або проміжні бази утилізації. Там відбувається сортування і подрібнення брухту кольорових і чорних металів.

Такі підприємства обладнанні:

- Устаткуванням для переробки брухту чорних і кольорових металів (скрапні ножиці, і преси, переносні гідравлічні тощо);
- Сортувально-подрібнююче обладнання (сепаратори, шредери);
- Дозатори.

Підвищення продуктивності таких підприємств забезпечується наявністю спеціалізованого транспорту, який виконує оперативну доставку підготовленого металобрухту на підприємства та плавильні заводи. На нинішній стадії утилізації металобрухту більше застосовується переробка брухту чорних металів, чому сприяє сучасна технологія плавки.

Обов'язкова умова роботи з брухтом – це радіаційний контроль. Фірма зобов'язана кілька разів перевірити сировину на радіаційну загрозу: в момент прийому; при підготовці до продажу; перед реалізацією. Результати перевірок заносяться в журнал, на основі якого складається протокол радіаційного контролю на кожну партію. Якщо радіаційний фон перевищений, потрібно провести додатковий дозиметричний контроль.

Перше, що роблять на етапі сортування - відокремлюють кольоровий метал від чорного. Більшість пунктів прийому обмежуються цим процесом.

До чорних металів відносять сталь, чавун та залізо. На невеликих підприємствах сортування часто виконується вручну, відразу на стадії приймання. Великі підприємства з переробки металевого вторсировини автоматизують процес сортування, значно прискорюючи його.

Спочатку при сортування з металобрухту прибирають домішки та видаляють сміття. Потім сортують за хімічним складом та габаритами.

Сортування за хімічним складом здійснюється з урахуванням показника якості металу, а також за його зовнішнім виглядом. Брухт перебирають за вмістом у ньому вуглецевих речовин, а також по 28 якісними показниками. Крім того, при сортуванні

поділ може проходити за фактом утримання в металобрухті легуючих і вуглецевих компонентів.

Металобрухт поділяють за вагою на важкий, легкий та середньої тяжкості. Також виділяють великогабаритні елементи та малогабаритні. Якщо робота проводиться з великими металевими конструкціями, то для проведення сортування використовують вантажне устаткування.

Сортування необхідне для підготовки брухту до переплавки.

Наступним кроком йде розрізання металу на фрагменти певного розміру та форми, які потрібні для переплавки. Для цього використовують ножиці і апарати плазмового різання. Або також використовують шредери для подрібнювання листів металу. Якщо ж металобрухт навпаки дуже дрібний, то його пресують у брикети певної форми та ваги. Далі використовують апарати для пакування.

Процес очищення може відрізнятися в залежності від того куди відправлятимуть металобрухт. Широко використовують метод подрібнення та засипання в спеціальні камери. Там відбуваються процеси видалення пилю, бруду та неметалевих частин.

Для очищення використовують технологію сепарації. Її суть полягає у впливі на предмет потужного повітряного потоку, завдяки чому всі сторонні елементи видувуються з поверхні і видаляються з дробильної камери.

Існує ще одна технологія, яка широко використовується на переробних підприємствах. Це магнітний сепаратор. Роздроблений метал притягається потужним магнітом, так відбувається відсіювання неметалевих домішок.

Очищений і нарізаний метал відправляється на переплавку. Брикети пресують на гідравлічних і механічних установках. У такому вигляді сировину зручно зберігати і відправляти на підприємства. Плавка здійснюється в плавильних печах. Вони можуть бути електричними або плазмовими. Перші більш продуктивні і безпечні для робітників. Другі відрізняються низькою вартістю, але їх ККД нижче, ніж у електричних установок.

Переплавлення складається з декількох етапів. В сталевий ківш зі спеціальним покриттям насипають металобрухт. Зверху заливають розплавлений чавун і

продувають киснем. На цій стадії важливо позбутися від сірки, кремнію та фосфору в складі сталі. Вони погіршують її властивості і збільшують ламкість.

Для їх випалювання використовуються спеціальні присадки. Для додання сталі міцності і зносостійкості до складу додають: кобальт; хром; ванадій; нікель. Така сталь цінується на ринку і використовується для виробництва деталей, які піддаються великому зносу. Сучасні плавильні агрегати повністю автоматизовані. Робочі контролюють кожен етап плавки.

Для різних металів використовують печі різної продуктивності. Великі металургійні підприємства здійснюють не тільки плавку, а й прокат металу. Готові злитки зручніше перевозити і продавати, тому такі підприємства мають велику рентабельність. З економічної точки зору це вигідніше, ніж проста переробка.

Після того, як буде завершено очищення брухту, його направляють на переплавку. Перед цим з металу заздалегідь формують шматки потрібної форми. Для цього широко застосовуються:

- плазморізи;
- шредери;
- механічні різак.

Готовий продукт являє собою смуги з металу, які пакетируют або роблять з них брикети. Якщо після дроблення була виконана очищення брухту, то нарізку виключають з циклу.

Багато підприємств включають в процес стадії брикетування та пакування металу.

Для формування упакованих брикетів цех обладнають пресове обладнання (Зазвичай це гідравлічні або механічні установки) з функцією пакування.

Пресований метал в брикетах зручно зберігати і транспортувати, Він простий в навантаженні і займає мало місця на складі і в вантажному транспорті.

Якщо дотримуватися технологію виробництва, то сталь, що отримується на плавильних комбінатах, буде не гірше продукції, яка була отримана з руди.

Для виготовлення сталі використовують три методи: киснево-конверторний, мартенівський метод та електротемічний (-хімічний) метод [20].

На сьогодні киснево-конверторний метод є найпоширенішим і перспективним способом світового виробництва сталі (рис. 2.3). Головною перевагою методу є можливість використання сталевих брухту (20-30%). Тому він є найбільш актуальним методом з екологічної точки зору та з економічної.

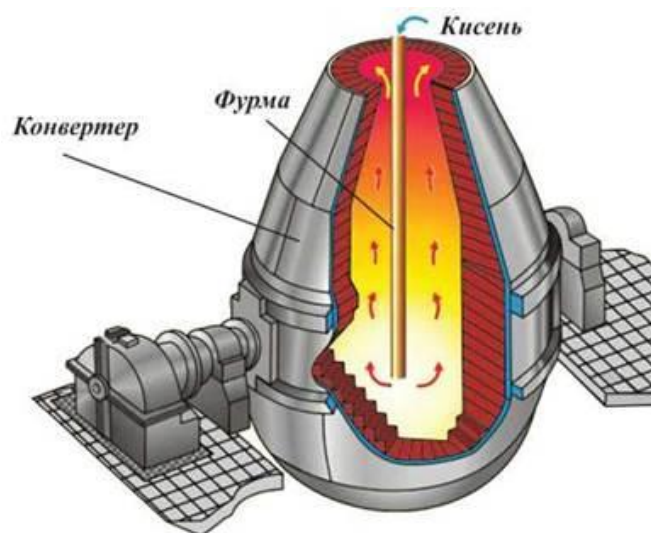


Рис. 2.3. Кисневий конвертор

Технологічний режим киснево-конверторної плавки має забезпечувати високопродуктивну роботу конвертерів, отримання сталі заданого складу й температури з низьким вмістом шкідливих домішок, газів та неметалевих включень, економну витрату матеріалів і кисню та високу стійкість футерівки.

Тривалість циклу плавки в цілому та продуктивність конвертера визначають, головним чином, такі фактори, як якість металобрухту (завалка в один або два прийоми) можливість заливки чавуну (з одного або двох ковшів), інтенсивність продування, склад сталі, що виплавляється, спосіб розливання та ін.

Шихтовка плавки, тобто розрахунок необхідної кількості рідкого чавуну, брухту, шлакоутворюючих матеріалів, веде майстер виробництва за умови отримання по закінченні продувки вмісту вуглецю, сірки, фосфору та температури, а також основності шлаку, необхідних для сталі визначеної марки. Шихтовка плавки здійснюється за допомогою номограм, спеціальних лінійок з урахуванням результатів попередніх плавки. За таких методів роботи «попадання» у задані

плавки та якість сталі значною мірою залежать від досвіду роботи того, хто веде плавку.

Витрата металобрухту, що визначається в першу чергу. Концентрацією кремнію та марганцю в чавуні, а також температурою чавуну, є дуже важливим фактором у конвертерному виробництві. З метою збільшення тривкості футерівки та прискорення процесу шлако-утворення рекомендується застосування флюсів, що містять MgO (доломітизо-ване вапно, м'якообпалений доломіт).

Витрата флюсів, що містять MgO , розраховується таким чином, щоб у кінцевому шлаку вміст MgO становив 6-9%.

Порядок завантаження шихти. Звільнений після попередньої плавки конвертер ретельно оглядають и при доброму стані футерівки негайно завантажують металобрухтом. На початок завантаження, окрім металобрухту, на робочо-му майданчику має знаходитися ківш з рідким чавуном, а у ваговому бункері сип-ких матеріалів - перша порція добавки.

Для механізації завантаження шихтових матеріалів - завалки металобрухту, заливки рідкого чавуну, завантаження сипких та кускових матеріалів - застосовуються комплекси спеціальних машин. У нових цехах з конвертерами місткістю 250 та 350-400 т для завантаження металобрухту найбільшого поширення набула полу портална машина. Щоб запобігти руйнування футерівки, спочатку завантажуються совки з легковажним металобрухтом, а потім із важковаговим. Під час завантаження одним совком передня части його завантажуються легковажним металобрухтом. Перед завантаженням шихтових металобрухту для забезпечення необхідного теплового режиму плавки температура футерівки конвертера має бути не нижче $1000^{\circ}C$. Для цього під час простоїв футерівка конвертера має прогріватися газовим пальником, який вводять у порожнину конвертера крізь горловину. Перед завантаженням металобрухту конвертер нахиляють на визначений кут у бік завантажувального прольоту, потім, для рівномірного розподілу металобрухту у робочому просторі, піднімають та нахиляють на деякий кут у протилежний бік.

Після вирівнювання металобрухту конвертер нахиляють у бік завантажувального прольоту та заливають у нього рідкий чавун. Заливку чавуну

ведуть з максимально можливою швидкістю одним ковшом. Чавун заливається у конвертер при наявності готового составу з ізложницями для розливання сталі або підготовленою МБЛЗ та шлакової чаші на шлаковозі під конвертером. Забороняється заливати чавун якщо у конвертер потрапила вода (теча, кесона, фурми та ін.).

З доменного цеху до конвертерного відділення чавун передають за двома наступними схемами: перша система передбачає міксери як проміжну ємкість; друга система - відсутність міксерів та використання ковшів міксерного типу.

Чавун з доменного цеху подають у міксерне відділення залізничною колією. Міксерне відділення з 1300-т міксерами обладнані робочими майданчиками на рівні чавуновозної естакади (+8,2 м), якою чавун у чавуновоз них ковшах подається у конвертерне відділення. На цьому ж рівні поряд із міксером встановлюють механічні скріпки для скачування шлаку із ковшів. Цей захід гарантує помітне (на 0,002-0,003%) зниження вмісту сірки у готовій сталі. Місткість чавуновоз них ковшів у цехах із 100-160-т конвертерами становить 140 т, а у цехах із 250-350-т - не менше 300 т.

Транспортування чавуну із міксерного у конвертерне відділення проводять на чавуновозних лафетах тепловозом. Перед подаванням у конвертерне відділення чавун зважують на вагах, встановлених під носком міксера, або з допомогою електронних вагів, змонтованих на головному підйомі заливального крану. Заливання чавуну у конвертер здійснюється заливальними мостовими кранами, вантажопідйомність яких становить 180/50 т для 100-160-т конвертерів і 450/100/20 т для конвертерів 350 т.

При застосуванні схеми роботи з ковшами міксерного типу заливальні ковші за місткістю залишаються такі ж. Переливання чавуну здійснюється на спеціальній станції або стенді. Потім заливальний ківш із чавуном потрапляє у сферу дії заливального крану.

У вітчизняній практиці використовують ківш міксерного типу місткістю 150, 420 та 600 т.

У ряді випадків, залежно від геометрії робочого простору конвертера, якості шихтових матеріалів та інтенсивності продувки, на днище конвертера або на металобрухт по тракту сипких матеріалів завантажують деяку кількість вапна (30-50% від загальної витрати) для прискорення шлакоутворення.

Система транспортування, збереження та подавання у конвертер сипких матеріалів (вапна, окалини, плавикового шпату, бокситу тощо) заснована на використанні потокових конвеєрних ліній, бункерного збереження та автоматичного дозування. Весь комплекс машин можна розділити на наступні групи: для подавання матеріалів у витратні бункери, із витратних у проміжні бункери, з проміжних бункерів у конвертери.

Витратні бункери призначені для утворення запасу матеріалів, які забезпечать безперебійну роботу конвертерів. Вони завантажуються системою конвеєрів, а заповнення проміжних бункерів відбувається протягом кожної плавки за допомогою вагів-дозаторів, стрічкових або електровібраційних живильників і конвеєрів. З проміжних бункерів сипкі матеріали крізь закриви, жолоби і затулки потрапляють у конвертери. Для цехів з конвертерами місткістю 100 т над кожним конвертером встановлюють 4-6 витратних бункерів.

Необхідну кількість феросплавів на плавку зважують на встановлених під бункерами вагах і спеціальним автозавантажувачем подають прямо до конвертера, безпосередньо до жолобу. Під час зливання металу із конвертера закрив бункера автозавантажувача відкривають і феросплави жолобом потрапляють у ківш.

По першій лінії з витратних бункерів вони потрапляють у ваги-дозатори, потім транспортуються до завантажувальної воронки і стаціонарним витічком потрапляють у проміжний бункер, з якого за необхідністю феросплави у холодному стані подають у сталерозливальний ківш. Друга лінія призначена для подавання прожарених феросплавів. Після вагово-го дозатора феросплави потрапляють у піч для прожарення, з якої надходять у вагові дозатори, призначені для корекції маси, а потім у проміжний бункер і ківш.

Така технологічна схема дозволяє знизити капітальні витрати на спорудження самостійного тракту подачі феросплавів, виключити наземний і крановий транспорт,

забезпечити комплексну механізацію і автоматизацію по зважуванню, дозуванню і завантаженню феросплавів у сталерозливальний ківш. Управління системою подавання феросплавів здійснюється дистанційно з пульта управління конвертером.

За необхідності використання рідких феросплавів їх розплавляють в індукційних печах, змонтованих на основному робочому майданчику. Печі завантажують феросплавами по витічниках від вагових дозаторів, розташованих у системі тракту сипких матеріалів. Рідкі феросплави видають у ківш, встановлений на візку, що рухається рейками, і транспортують до футерованого і ogrіваного витічника, розташованого біля конвертера.

Після заливання чавуну конвертер встановлюють у вертикальне положення, опускають фурму, включають кисень і починається процес продувки. Положення фурми по ходу продувки відносно рівня спокійного металу має забезпечити процеси, які одночасно протікають у кисневому конвертері: нормальний хід шлакоутворення, окислення домішок; нагрівання металу, а також виключити винос й викиди металу і шлаку.

Це забезпечується, як вказано вище, при змінному положенні фурми по ходу продування. В процесі продування здійснюють присадку шлакоутворюючих матеріалів. Незалежно від виду та співвідношення застосовуваних флюсів їх завантаження має бути розосереджене у часі, що запобігає утворення шлакометалічних конгломератів і прискорює процес шлакоутворення. Першу порцію вапна у кількості 30-50% від його витрати на плавку присаджують під час завантаження металобрухту або у початковий період продування, решту – присаджують окремими порціями у першій половині продувки. Для корегування рідино текучості шлаку по ходу продувки присаджують плавиковий шпат, кількість якого визначається, головним чином, якістю та кількістю вапна, що вводиться.

Продування закінчують по досягненні необхідного вмісту вуглецю у металі та його температури. Після припинення продувки або під час проміжних повалок (для скачування шлаку) з конвертера для контролю відбирають проби металу і шлаку та заміряють температуру ванни термopарами занурення (платина-платинородієвими

або вольфраммолібденовими). Експрес-аналіз металу проводять приладами т.е.д.с, карбометрами, квантометрами.

При отриманні хімічного складу або температури, що відрізняються від заданих значень для марки сталі, що виплавляється, необхідне корегування плавки в конвертері. Якщо продування закінчують при вищому вмісті вуглецю, ніж потрібно, проводять додування (зазвичай при низькому положенні фурми). Якщо метал недостатньо нагрітий при вмісті вуглецю, що перевищує встановлений технологічною інструкцією для даної марки сталі, то підвищення температури металу при додуванні не має бути вище за 20°C. В окремих випадках для підвищення температури металу у конвертер перед додуванням додають феромарганець і додувають при високому положенні фурми. За невеликого перегріву метал витримують, похитуючи конвертер. Для значного зниження температури метала проводять присадку в конвертер дрібного металобрухту, а для цехів, які не мають такої можливості, дозволяється присаджування вапна або вапняку.

За необхідності видалення сірки й фосфору додування проводять при висоті фурми (1,2-1,5). Залежно від вмісту цих елементів перед додуванням можливе добавляння вапна для підвищення основності шлаку.

Додування є відхиленням від нормальної технології процесу і відмічають у паспорті плавки, вказуючи причини. Режим корегування (положення фурми, витрата кисню, тривалість, кількість і вид матеріалів, що присаджуються) регламентується заводськими технологічними інструкціями.

Типова технологічна інструкція з виплавки сталі у конвертерах продувкою зверху технічно чистим киснем передбачає продувку до низького вмісту вуглецю з подальшим науглецюванням у ковші термоантрацитом, меленим коксом, електродним порошком не більше, ніж на 0,30% С. При науглецюванні сталі у ковші вміст вуглецю у металі перед випуском з конвертера має бути не нижче 0,08%. Рекомендується продувка у ковші нейтральними газами. При науглецюванні більше, ніж на 0,1%, продувка нейтральними газами обов'язкова.

Розкислення та легування металу, як правило, проводять у ковші під час випуску. З метою рівномірного розподілу введення необхідних феросплавів у ківш

починається під час наповнення ковша металом на 1/5 висоти, здійснюється рівномірно і закінчується при наповненні його на 2/3 висоти. Тверді феросплави, що використовуються для присадки у ківш, мають бути добре просушені або прожарені й подрібнені на куски розміром 10-50 мм (для феронію не більше 30 мм). Алюміній вводять кусками до 4 кг. Під час виробництва спеціальної сталі, легованої нікелем, міддю, молібденом, ці елементи у вигляді відходів вводять перед заливанням чавуну у конвертер.

Під час продувки в конвертері можуть бути значні втрати металу, що складаються із втрати з бурим димом, з викидами й виносом крапель металу з відхідними газами та у вигляді корольків у шлаку.

Бурий дим являє собою відхідні гази із зваженим в них плавильним пилом. Вміст пилу у димових газах у різні періоди плавки становить від 20 до 150 г/м³. Він складається в основному з оксидів заліза (>90%), з дрібнодисперсних частинок розміром 0,05-1,5 мкм. Пил містить також деяку кількість MnO, SiO₂, CaO та ін. Окрім зниження виходу рідкої сталі (1,0-1,5% від маси металу у конвертері), процес утворення бурого диму потребує спорудження складних систем очищення відхідних газів, що дорого коштують.

Викиди металу й шлаку відбуваються на окремих плавках і зазвичай спостерігаються у момент найбільш інтенсивного окислення вуглецю, коли в результаті шумування пухирьками CO рівень металу й шлаку в конвертері підвищується, наближаючись до горловини, що призводить до переливу або виплюскуванні значних мас металу і шлаку через горловину. Це утворює аварійну ситуацію для обслуговуючого персоналу, призводить до виходу зі строю обладнання, простою конвертера і до великих втрат металу, що досягають 2-5% від маси розплаву. Причиною викидів є надмірна окисленість шлаку, підвищення їх кількості, шумування шлаку при основності 1,4-1,7, недостатня висота конвертеру, надмірне збільшення витрати кисню, одночасні присадки більшої кількості руди. Кількість викидів помітно знизилась після переходу від одно соплових фурм до багатосоплових.

Винесення дрібних крапель металу з порожнини конвертера потоком відхідних газів зазвичай спостерігається на початку продувки, коли поверхня металу не захищена шлаковим покривом, і в період інтенсивної оксидації вуглецю, коли в'язкість шлаку різко зростає і шлак «скипається». Винесення дрібних крапель металу призводить до заметалювання фурми, горловини та нижньої частини котла-охолоджувача і вимушеної зупинки конвертера. Для зменшення втрат металу з виносом необхідно забезпечити раннє шлакоутворення.

Разом зі шлаком, що зливається із конвертера, залізо втрачається у вигляді корольків, тобто у вигляд дрібних крапель металу, що заплуталися в шлаку, у кількості від 2 до 7%. В густих, в'язких шлаках заплутується більше корольків, ніж в рідині рухливих. Під час виплавки низьковуглецевої сталі шлак внаслідок високого вмісту в ньому оксидів заліза відрізняється підвищеною рідиною рухливістю, що забезпечує зниження втрати металу у вигляді корольків. В середньому ці втрати становлять 0,3-0,5%.

Головною проблемою при переробці вважається велика кількість відходів. При обробленні чорних металів за допомогою механічних пил залишається 10-15% відходів з кожної тонни сировини. Інші технології різання потребують встановлення немобільного обладнання на фундаменті, яке коштує дорого і споживає багато енергії.

Використання технологій різання пластичним деформуванням стримується достатньою енергоємністю обладнання, а також необхідністю в фундаменті, коли таке обладнання втрачає свою мобільність.

Трудомісткими залишаються і процеси сортування брухту, особливо при переробці брухту кольорових металів. Існуючі технологічні рішення вимагають значних площ, на яких послідовно проводиться сортування металобрухту за щільністю, хімічним складом і фізичними властивостями.

Також є проблема для пунктів прийому брухту, тому що комбінати і заводи переробники пред'являють конкретні вимоги до сортування.

Основні проблеми рециклінгу в Україні:

- складність і трудомісткість процесу сортування та очищення металобрухту,

особливо кольорових металів;

- наявність значних площ для зберігання сировини та використання різного великогабаритного обладнання;
- проблематичність організації процесу переробки;
- низька організація збору металевих відходів, і як результат недостатня кількість сировини для забезпечення переробних підприємств;
- недостатня інформованість населення у сфері поводження з відходами;
- відсутність державного стимулювання в даній області.

2.5. Висновки до розділу

Отже, на сьогодні в Україні відбувається велике накопичення металевих відходів. Метали широко використовуються в різних сферах людської діяльності, а особливо в машинобудування. Україна має велику частку промислових галузей і розвинуту металургійну систему. Тому через це відбувається утворення металевих відходів. Ці відходи є загрозою для екологічного стану країни через свою велику, кількість та небезпечність, з точки зору токсичності.

Найбільш поширеним способом поводження з такими відходами є захоронення на полігонах та звалищах. І не завжди дотримуючись всіх нормативних вимог.

Через відсутність налагодженої системи збору та сортування металевих відходів їх не відправляють на вторинну переробку. Хоча метали можуть виступати як вторинна сировина з гарними показниками якості. При цьому металобрухт може піддаватися багаторазовій переробці, зменшувати кількість використання корисних копалин, тим самим зменшуючи негативний вплив на довкілля. Також якщо використовувати металобрухт як сировину буде відбуватися зменшення енерговитрат на переплавку та відповідно буде менше атмосферних шкідливих викидів.

Однак процес вторинної переробки має свою складність через багатоступінчатість процесу. Потрібно дотримуватись нормативних правил та

послідовності переробки. Вторинна переробка займає велику площу, тому доцільно робити комбіноване виробництво, яке включає всі етапи переробки.

РОЗДІЛ 3

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЦИКЛІНГУ ВІДХОДІВ

Однією з серйозних, нерозв'язаних на сьогоднішній день і постійно посилюючихся проблем є проблема твердих відходів: їх кількість постійно зростає, склад урізноманітнюється, не вистачає територій для їх розміщення, витрати на їх утилізацію збільшується.

Необхідно відзначити, що з чисто екологічної проблема твердих відходів давно вже перетворилася на соціально-еколого-економічну: тверді відходи є не тільки істотним чинником забруднення повітряного середовища, водних ресурсів, ґрунту та інших природних компонентів, але також причиною зниження якості життя, яка проявляється у зростанні захворюваності населення, зменшенні розміру доходів, погіршенні умов праці і відпочинку.

В середньому за рік в Україні збирається 11 млн. тонн твердих побутових відходів.

Так як склад побутових відходів включає велике різноманіття компонентів побутових відходів слід звернути увагу на морфологічний склад безпосередньо через аналіз вмісту основних компонентів. Основну інформацію про морфологічний склад габаритних ТПВ у відсотковому відношенні наведено у таблиці 3.1 [21].

Таблиця 3.1

Морфологічний склад габаритних ТПВ (%)

Компоненти габаритних ТПВ	Вміст від загального об'єму, %
Картон	28
Папір та газети	29
Харчові відходи	9
Дерево, листя	2
Текстиль	1,5

Закінчення таблиці 3.1

Полімерні відходи	21
Скло	2
Метал кольоровий	2
Метал чорний	1
Інше	4,5

Також при розробці системи збору відходів необхідно врахувати розміри габаритних відходів. Основну інформацію про морфологічний склад не габаритних ТВП зазначено у таблиці 3.2 [21].

Таблиця 3.2

Морфологічний склад не габаритних ТВП (%)

Компоненти не габаритних ТВП	Вміст від загального об'єму, %
Картон та папір	25
Дерево, листя	12
Полімерні відходи	11
Скло	2
Метал кольоровий	3
Метал чорний	4
Інше	43

Нормою утворення не габаритних відходів на одного мешканця вважається 10 % від норми утворення твердих ТВП і при складанні договорів додаються до основного утворення.

Кількість не габаритних відходів:

$$11\,000\,000 \text{ т/рік} * 0,1 = 1\,100\,000 \text{ т/рік}$$

Кількість габаритних ТВП:

$$11\,000\,000 \text{ т/рік} - 1\,100\,000 \text{ т/рік} = 9\,900\,000 \text{ т/рік}$$

Кількість утворених металевих відходів в залежності від морфологічного складу розраховується за таблицями. Розрахунок проводиться для габаритних й не габаритних відходів окремо.

Розрахунок для не габаритних відходів розміром 1 100 000 т/рік.

Вміст чорного металу за об'ємом 4 %:

$$1\,100\,000 \text{ т/рік} * 0,04 = 44\,000 \text{ т/рік}$$

Вміст кольорового металу за об'ємом 3 %:

$$1\,100\,000 \text{ т/рік} * 0,03 = 33\,000 \text{ т/рік}$$

Розрахунок для габаритних відходів розміром 9 900 000 т/рік.

Вміст чорного металу за об'ємом 1 %:

$$9\,900\,000 \text{ т/рік} * 0,01 = 99\,000 \text{ т/рік}$$

Вміст кольорового металу за об'ємом 2 %:

$$9\,900\,000 \text{ т/рік} * 0,02 = 198\,000 \text{ т/рік}$$

Умовно можна припустити, що тверді побутові відходи чорних металів – сталь, а кольорові – алюміній, то можна обчислити обсяг виходу продукції при використанні металевих відходів як вторинну сировину.

Розрахунок прогнозованих відходів проводжу за формулою 3.1:

$$F_j = S_i \times (1 - q / 100) \times H_j, \quad (3.1)$$

де

F_j - валовий річний дохід за j -му виду продукції, $j = 1, \dots, l$;

S_i - передбачувана кількість продукції, отриманої в процесі переробки i -го виду твердих побутових відходів по заводу, по i -му виду твердих побутових відходів, який використовується для виробництва по j -го виду продукції, у вагових одиницях, т / рік, $i = 1, 2, \dots, n, j = 1, \dots, m$;

q - передбачуваний відсоток втрат при переробці, %;

H_j - ціна реалізації вагової одиниці j -го виду продукції, $j = 1, \dots, l$.

На виготовлення 1 т сталі – 0,25 т брухту, тобто виходить, що з 99 тис. т можна виготовити 396 тис. т сталі, з 44 тис. т – 176 тис. т сталі.

Загалом сталі:

$$396\,000\text{ т} + 176\,000\text{ т} = 572\,000\text{ т}$$

А на виготовлення 1 т алюмінію – 0,125 т брухту. З 33 тис. т. отримаємо 264 тис. т алюмінію, а з 198 тис. т. – 1 584 тис. т.

Загалом алюмінію:

$$264\,000\text{ т} + 198\,000\text{ т} = 462\,000\text{ т}$$

Враховуючи це, обчислюю можливий річний дохід від вторинної переробки алюмінію:

$$F = 462\,000\text{ т} * (1 - 15\% / 100) * 56\,000\text{ грн} = 21\,991,2\text{ млн. грн}$$

Обчислюю можливий річний дохід від вторинної переробки сталі:

$$F = 572\,000\text{ т} * (1 - 15\% / 100) * 18\,000\text{ грн} = 8\,751,6\text{ млн. грн}$$

Разом можливий річний дохід від вторинної переробки металів твердих побутових відходів України становить:

$$21\,991,2\text{ млн. грн} + 8\,751,6\text{ млн. грн} = 30\,742,8\text{ млн. грн}$$

Отже, з розрахунків можна зробити висновок, що використання металевих відходів як вторинної сировини, вигідне не тільки з екологічної точки зору, але й з економічної. При тому, що в розрахунках були враховані тільки відходи побутового характеру, які зазвичай захоронюються неналежним чином.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Аналіз робочого місця та умов праці

4.1.1. Опис робочого місця

В дипломній роботі представлена еколого-економічна оцінка процесу рециклінгу металевих відходів. Суб'єктом виступає сталевара конверторного виробництва (СКП). Робоче місце – цехи металургійного виробництва. Основні обов'язки: веде процес виплавки сталі, напівпродукту, ванадієвого шлаку в конверторах ємністю до 5 т, розігріває конвертор, закладає та обробляє лютку. Вибиває та закладає фурми, замінює їх днища. Очищує та готує жолоби. Керує візком під час завалки лому в конвертор, вагами-дозаторами та механізмами завантажування сипучих матеріалів. Готує розкислювачі та подає їх у ківш під час випускання плавки. Стежить за станом устаткування конверторів, що обслуговуються. Керує механізмами для зняття кришки повітряної коробки конвертора. Готує вогнетриви для підварювання вогнетривкої кладки конвертора. Виконує ремонт сталевипускного отвору і видаляти застигли продукти плавки з горловини конвертера, роботи по напівсухому торкретуванню і підварюванню футерування конвертера під час гарячих ремонтів, завалку лому в конвертер, заливку чавуну в конвертер. Слідкує за фурмою, через яку подається кисень в конвертер. Керує зливом металу з конвертера в сталерозливний ківш. Управляє скачуванням шлаку в шлаковий ківш [22].

4.1.2. Аналіз умов праці

Умови праці в металургійних цехах визначаються як технологічним процесом, так і особливостями оснащення самих цехів. Зі збільшенням об'ємів

сталеплавильних печей, гарячого агломерату, нагрітих металевих конструкцій, потужних джерел тепловиділень, збільшується і надходження тепла в приміщення цехів. Для приміщень з надлишком тепловиділення характерна висока температура повітря, що перевищує гранично допустимі рівні і низька відносна вологість повітря у теплий період року.

4.1.3. Перелік шкідливих та небезпечних чинників

Основні шкідливі та небезпечні виробничі чинники, що діють на суб'єкта на його робочому місці:

- мікроклімат робочої зони;
- запиленість робочої зони;
- шкідливі речовини в повітрі робочої зони;
- виробничий шум та вібрації;
- важкість праці.

4.2. Аналіз шкідливих та небезпечних чинників

4.2.1. Мікроклімат робочої зони

У теплу пору року температура повітря на багатьох робочих місцях значно перевищує гранично допустимі показники по санітарним нормам. В шихтовому відділенні агломераційного цеху, конверторного та у підбункерних приміщеннях доменних цехів мікро-кліматичні умови цілком залежать від зовнішніх, так, температура перевищує зовнішню на 2,0 – 6,0 °С.

Особливості технологічного процесу створюють особливо несприятливі мікрокліматичні умови, які залежать у доменних цехах від випуску чавуну і шлаку. В сталеплавильних цехах температура досягає своїх максимальних значень при змішуванні рідкого чавуну та розлитті сталі у виливниці. Мікрокліматичні умови в приміщеннях прокатних цехів обумовлені наявністю розігрітих зливків, заготівок,

що прокатуються, поверхонь нагрівальних колодязів.

Відносна вологість повітря на робочих місцях залежить від віддаленості робочого місця та часу доби. При вологості зовнішнього повітря $45,30 \pm 11,53 \%$, відносна вологість на робочих місцях металургійних цехів складає у теплу пору року від $33,63 \pm 5,64 \%$ до $55,5 \pm 5,4 \%$ ($p < 0,05$). Швидкість руху повітря, знаходиться в прямій залежності від наявності джерел припливної вентиляції, інтенсивних потоків повітря, аераційних отворів і аераторів, через значні перепади температури на робочих місцях, і коливається від кількох десятих до 4 метрів за секунду. В холодну пору року мікрокліматичні умови в приміщеннях металургійних цехів значною мірою залежать від зовнішньої температури. Відносна вологість повітря в приміщеннях цехів коливалась від $39,6 \pm 2,4$ до $77,42 \pm 11,31 \%$ ($p < 0,05$), при швидкості руху повітря $2,45 \pm 1,55$ м/с ($p < 0,05$).

Інтенсивність інфрачервоного випромінювання на основних робочих місцях в залежності від відстані, виду операцій та джерела випромінювання змінюється від 400 до 8000 Вт/м². Вплив мікрокліматичних умов на робітників визначається головним чином інфрачервоним випромінюванням, на долю якого припадає не менше 70–75 % всіх тепловиділень в сталеплавильних цехах.

Оптимальні мікрокліматичні умови визначені в Санітарних нормах мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99 (табл. 4.1) [23].

Таблиця 4.1

Оптимальні величини температури, відносної вологості
та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура повітря	Відносна вологість	Швидкість руху, м/сек
Холодний період року	Легка Іа	22-24	60-40	0,1
	Легка Іб	21-23	60-40	0,1
	Середньої важкості Іа	19-21	60-40	0,2
	Середньої важкості Іб	17-19	60-40	0,2
	Важка ІІІ	16-18	60-40	0,3

Період року	Категорія робіт	Температура повітря	Відносна вологість	Швидкість руху, м/сек
Теплий період року	Легка Іа	23-25	60-40	0,1
	Легка Іб	22-24	60-40	0,2
	Середньої важкості Іа	21-23	60-40	0,3
	Середньої важкості Іб	20-22	60-40	0,3
	Важка ІІІ	19-20	60-40	0,4

4.2.2. Запиленість робочої зони

Запиленість повітряного середовища в металургійних цехах зустрічається на різних етапах технологічного процесу незалежно від його періоду і, як правило, перевищує гранично-допустимі концентрації. В агломераційних цехах при подрібненні сировини та агломерату, їх транспортування, грохотанні концентрація пилу у повітрі робочої зони досягає $88,79 \pm 1,49$ мг/м³. У відділеннях шихтоподачі при розвантаженні шихтових матеріалів, при наборі та зважуванні шихти в підбункерному приміщенні концентрація пилу досягає $82,39 \pm 28,7$ мг/м³, і відноситься до 4 класу (небезпечного), згідно з ДСНтаП “Гігієнічна класифікація праці...” [24].

В сталеплавильних цехах при заливанні та випуску чавуну з міксера, конвертора та при продуванні конвертора киснем, ремонті конвертора, концентрація пилу перевищує допустимі нормативи у 2–8 разів і відноситься до 3 класу 2–4 ступеня шкідливості, згідно з ДСНтаП.

В прокатних цехах при нагрівання металу у нагрівальних колодязях, нагрівальних печах концентрація пилу у повітрі робочої зони становить $5,37 \pm 0,63$ мг/м³, що перевищує ГДК у 1,5 разів і відноситься до 3 класу 1 ступеня шкідливості. У пультах керування концентрація пилу знаходиться у межах допустимих нормативів [23].

4.2.3. Шкідливі речовини в повітрі робочої зони

В процесі роботи доменні печі можуть виділяти продукти неповного згоряння газу і окислення домішок сталі. Найбільш розповсюдженими токсичними речовинами в подібних умовах є окис вуглецю і сірчистий ангідрид, з зони відкритих жолобів концентрація оксиду вуглецю (II) може досягати $41,72 \pm 34,33$ мг/м³, а вміст сірчистого ангідриду $15,72 \pm 11,22$ мг/м³, що згідно з ДСНтаП відноситься до 3 класу 3 або 4 ступеня шкідливості [23].

4.2.4. Виробничий шум, вібрації

На різних етапах виплавки сталі робота технологічного обладнання призводить до виникнення шуму, що має місце на робочих місцях працівників основних цехів.

Так на ливарному підвір'ї робітники зазнають дії широкопasmового шуму інтенсивністю 89–106 дБА аеродинамічного походження та механічного походження. в сталеплавильних цехах в результаті інтенсивного випуску газів, повітря з відповідних пристроїв, руху різних механізмів утворюється шум інтенсивністю 96–99 дБА. Під час руху металу по рольгангу, роботи ножиць, штовхачів моторів, проходження газу по трубах та ін. у прокатних цехах утворюється шум інтенсивністю 80–106 дБА. Найбільший його рівень реєструється біля ножиць – 106 дБА. Шум широкопasmовий і на різних робочих місцях його рівень на різних частотах перевищує допустимий на 1–23 дБА, що згідно з ДСНтаП відноситься до 3 класу 3 та 4 ступеня шкідливості [23].

На майданчиках холодильника в прокатних цехах робітники піддаються впливу загальної вібрації, що перевищує норму в 2 рази по октавній смuzі із середньгеометричною частотою 31,5 Гц.

4.2.5. Чинники важкості та напруженості трудового процесу.

Важкість праці формується за рахунок підймання і переміщення вантажів, незручної робочої пози, динамічного та статичного навантаження, нахилів тулуба. Напруженість праці у всіх професійних групах пов'язана з наявністю ризику для власного життя, підвищеною відповідальністю за безпеку інших осіб, характером роботи, що виконується та режимами праці [23].

4.3. Вимірювання інтенсивності теплового випромінювання

Люди, які працюють на установках або в середовищі з високим рівнем виділення енергії або теплового випромінювання, мають пам'ятати про підвищену небезпеку теплового навантаження.

Для охорони здоров'я людей, які працюють у вищезгаданих умовах, передбачені, зокрема, час контакту й тривалість перерви залежно від ступеня навантаження.

Водночас інтенсивність теплового навантаження розраховується на основі різних кліматичних чинників. Міжнародне стандартизоване найменування для цієї суми кліматичних чинників – індекс WBGT (Wet Bulb Globe Temperature).

Для професійного контролю кліматичних чинників використовують багатофункціональний прилад – TC100, який вираховує індекс WBGT, наприклад, під час оцінювання робочих місць із тепловим навантаженням.

Окрім індексу WBGT прилад TC100 може також розрахувати тепловий індекс (Humidex), який є показником загального впливу вологості повітря, температури й теплового випромінювання на організм людини.

Інтенсивність інфрачервоного випромінювання на основних робочих місцях в залежності від відстані, виду операцій та джерела випромінювання змінюється від 400 до 8000 Вт/м². Вплив мікрокліматичних умов на робітників визначається головним чином інфрачервоним випромінюванням, на долю якого припадає не менше 70–75 % всіх тепловиділень в сталеплавильних цехах.

Найбільше теплове випромінювання реєструється біля відкритих жолобів доменного цеху $7900 \pm 1903,7$ Вт/м² та біля конверторів при плавці сталі 5200 ± 100 Вт/м², що призводить до перегріву оточуючих металевих конструкцій, підлоги, стін та ін. до 50–100 °С, в зв'язку з чим вони теж стають джерелами тепла, в залежності від ступеню нагріву випромінюючої поверхні, її розмірів та відстані до предмета, який зазнає опромінення [23].

Значно нижча інтенсивність випромінювання у шихтових відділеннях, там вона не перевищує $400,00 \pm 22,00$ Вт/м² ($p < 0,05$). Згідно з ДСНтаП інтенсивність інфрачервоного випромінювання відносяться до 4 класу 3 ступеня шкідливості (небезпечного). Таким чином параметри мікроклімату на основних робочих місцях металургійних цехів перевищують допустимі нормативи та відносяться до 3 класу 4 ступеня шкідливості згідно з ДСНтаП “Гігієнічна класифікація праці...” [23].

Таблиця 4.2

Інтенсивність теплового випромінювання в робочих зонах

Робоче місце	Інфрачервоне випромінювання (Вт/м ²)
Шихтове відділення (подача вапняку та коксу)	400
Агломераційна машина (спікання, подрібнення та грохотання)	864,44
Доменний цех (підготовка руди)	1020,95
Підбункерні приміщення у відділенні шихтоподачі	1110,47
Ливарне подвір'я	5768,04
Відкриті жолоби доменного цеху та розливальні машини	7900
Шихтове відділення конверторного цеху	300
Конвертор (власне плавка сталі)	5200

Робоче місце	Інфрачервоне випромінювання (Вт/м ²)
Міксерне відділення (змішування рідкого чавуну)	2673,15
Розливальний майданчик (розлиття сталі у виливниці)	2951
Нагрівальні колодязі (нагрівання зливків)	3214,9
Пульти керування безперервно-заготівельним станом	3362

За Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99 інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляція від зашкелених огорожень не повинна перевищувати 35,0 Вт/м² - при опроміненні 50% та більше поверхні тіла, 70 Вт/м² – при величині опромінюваної поверхні від 25 до 50%, та 100 Вт/м² – при опроміненні не більше 25 % поверхні тіла працюючого [22].

При наявності джерел з інтенсивністю 35,0 Вт/м² і більше температура повітря на постійних робочих місцях не повинна перевищувати верхніх межоптимальних значень для теплого періоду року, на непостійних - верхніх меж допустимих значень для постійних робочих місць.

При наявності відкритих джерел випромінювання (нагрітий метал, скло, відкрите полум'я) допускається інтенсивність опромінення до 140,0 Вт/м². Величина опромінюваної площі не повинна перевищувати 25 % поверхні тіла працюючого при обов'язковому використанні індивідуальних засобів захисту (спецодяг, окуляри, щитки).

4.4. Основні вимоги до засобів нормалізації мікроклімату та теплозахисту

Основні вимоги до засобів нормалізації мікроклімату та теплозахисту визначаються Санітарними нормами мікроклімату виробничих приміщень [22]:

1. Нормалізація несприятливих мікрокліматичних умов здійснюється за допомогою комплексу заходів та способів, які включають: будівельно-планувальні, організаційно-технологічні, санітарно-технічні та ін. заходи колективного захисту. Для профілактики перегрівань та переохолоджень робітників використовуються засоби індивідуального захисту, медико-біологічні тощо.

2. Формовані параметри мікроклімату на робочих місцях повинні бути досягнені, в першу чергу, за рахунок раціонального планування виробничих приміщень і оптимального розміщення в них устаткування з тепло-, холодо- та вологовиділеннями. Для зменшення термічних навантажень на працюючих передбачається максимальна механізація, автоматизація та дистанційне управління технологічними процесами і устаткуванням.

3. У приміщеннях із значними площами застелених поверхонь передбачаються заходи щодо захисту від перегрівання при попаданні прямих сонячних променів в теплий період року (орієнтація віконних прорізів схід - захід, улаштування жалюзі та ін.), від радіаційного охолодження - в зимовий (екранування робочих місць). При температурі внутрішніх поверхонь огорожуючих конструкцій, застелення нижче або вище допустимих величин робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше 1 м.

4. У виробничих приміщеннях з надлишком (явного) тепла використовують природну вентиляцію (аерацію). Аераційні ліхтарі та шахти розташовують безпосередньо над основними джерелами тепла на одній осі. У разі неможливості або неефективності аерації встановлюють механічну загальнообмінну вентиляцію.

При наявності одиничних джерел тепловиділень оснащують обладнання місцевою витяжною вентиляцією у вигляді локальних відсмоктувачів, витяжних зонтів та ін.

5. У замкнених і невеликих за об'ємом приміщеннях (кабіни кранів, пости та пульти керування, ізольовані бокси, кімнати відпочинку тощо) при виконанні операторських робіт використовують системи кондиціонування повітря з індивідуальним регулюванням температури та об'єму повітря, що подається.

6. При наявності джерел тепловипромінювання вживають комплекс заходів з теплоізоляції устаткування та нагрітих поверхонь за допомогою теплозахисного обладнання.

В залежності від принципу дії теплозахисні засоби поділяються на:

- тепловідбивні - металеві листи (сталь, залізо, алюміній, цинк, поліровані або покриті білою фарбою тощо) одинарні або подвійні; загартоване скло з плівковим покриттям; металізовані тканини; склотканини; плівковий матеріал та ін.;
- тепловбираючі - сталеві або алюмінієві листи або коробки з теплоізоляцією з азбестового картону, шамотної цегли, повсті, вермикулітових плит та ін. теплоізоляторами; сталева сітка (одинарна або подвійна з загартованим силікатним склом); загартоване силікатне органічне скло та ін.;
- тепловідвідні - екрани водоохолоджувальні (з металевого листа або сітки з водою, що стікає), водяні завіси та ін.;
- комбіновані.

В залежності від особливостей технологічних процесів застосовують прозорі, напівпрозорі екрани. Вибір теплозахисних засобів обумовлюється інтенсивністю та спектральним складом випромінювання, а також умовами технологічного процесу.

Теплозахисні екрани повинні забезпечувати нормовані величини опромінення робочих; бути зручними в експлуатації; не ускладнювати огляд, чищення та змазування агрегатів; гарантувати безпечну роботу з ним; мати міцність, легкість виготовлення та монтажу; мати достатньо тривалий термін експлуатації; у процесі експлуатації зберігати ефективні теплозахисні якості.

7. При неможливості технічними засобами забезпечити допустимі гігієнічні нормативи опромінення на робочих місцях використовуються засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) - спецодяг, спецвзуття, ЗІЗ для захисту голови, очей, обличчя, рук.

В залежності від призначення передбачаються такі ЗІЗ:

- для постійної роботи в гарячих цехах - спецодяг (костюм чоловічий повстяний), а при ремонті гарячих печей та агрегатів - автономна система індивідуального охолодження в комплексі з повстяним костюмом;
- при аварійних роботах - тепловідбиваючий комплект з металізованої тканини;
- для захисту ніг від теплового випромінення, іскор і бризок розплавленого металу, контакту з нагрітими поверхнями - взуття шкіряне спеціальне для працюючих в гарячих цехах;
- для захисту рук від опіків - вачеги, рукавиці суконні, брезентові, комбіновані з надолонниками з шкіри та спилку;
- для захисту голови від теплових опромінь, іскор та бризок металу - повстяний капелюх, захисна каска з підшоломником, каски текстолітові або з полікарбонату;
- для захисту очей та обличчя - щиток теплозахисний сталевара, з приладнаними для нього захисними окулярами із світлофільтрами, маски захисні з прозорим екраном, окуляри захисні, козиркові з світлофільтрами.

Спецодяг повинен мати захисні властивості, які виключають можливість нагріву його внутрішніх поверхонь на будь-якій ділянці до температури 313 К (40 град.С) у відповідності з спеціальними ДСТами (ГОСТ 12.4.176-89, ГОСТ 12.4.016-87).

8. У виробничих приміщеннях, в яких на робочих місцях неможливо встановити регламентовані інтенсивності теплового опромінення працюючих через технологічні вимоги, технічну недосяжність або економічно обгрунтовану недоцільність, використовуються обдування, душування, водоповітряне душування і т.ін.

При тепловому опроміненні від 140 до 350 Вт/кв. м необхідно збільшувати на постійних робочих місцях швидкість руху повітря на 0,2 м/с більше за нормовані величини; при тепловому опроміненні, що перевищує 350 Вт/кв. м, доцільно застосовувати повітряне душення робочих місць (ДНАОП 0.03-1.23-82).

4.5. Наявні методи та засоби нормалізації мікроклімату та теплозахисту

Особливістю киснево-конвертерного процесу є те, що він швидко протікає. Організаційно-технологічні операції плавки також, як завантаження металобрухту та інших шихтових матеріалів, заливка рідкого чавуну, продувка металу, випуск сталі та шлаку на кожному працюючому конвертері, повторюються кожні 35-50 хв. Тому дуже важливо, щоб обслуговуючий персонал дотримувався необхідні заходи, що забезпечують безпечне ведення робіт.

У киснево-конверторних цехах навчання людей правилам охорони праці та техніки безпеки проводиться за допомоги інструктажів, лекцій, бесід, пам'яток, плакатів, трафаретів та ін. Інструктаж з техніки безпеки буває увідний - для наново прийнятих робочих за загальними правилами охорони праці та техніки безпеки на робочому місці; первинний - їм же по правилам безпеки на робочому місці; повторний піврічний та річний - всім робочим ділянки та цеху; позачерговий, його проводять при порушенні правил техніки безпеки або при упровадженні нової техніки та технології. Усі інструктажі з техніки безпеки реєструються у спеціальному журналі, де ті, що навчаються та навчають, розписуються.

Робочі, згідно з правилами охорони праці, забезпечуються спеціальним одягом, рукавицями, взуттям та іншими захисними припасуваннями. Санітарними нормами встановлені наступні межі температури повітря в гарячих цехах: в теплий період року температура на робочому місці в цеху не повинна перевищувати на 5°C температуру зовнішнього повітря, але в той же час не має бути більша за 28°C. Робота в умовах підвищеної температури потребує додаткових витрат енергії людини, пов'язаних з боротьбою проти перегріву тіла, що призводить до втрати солі в організмі. При цьому з'являється відчуття слабкості. Негативний вплив

температури на працездатність людини посилюється з підвищенням вологості повітря.

Нині на заводах суворо за графіком здійснюються медичні профілактичні огляди з метою попередження перевантаження організму та своєчасного виявлення у ньому небажаних відхилень. На робочих майданчиках сталеплавильних цехів завжди повинен бути вітамінізований напій, квас, чай, що забезпечує швидке відновлення витрат енергії організмом робітника. Обов'язковим є встановлення питних фонтанчиків та сатураторів з підсоленою газованою водою. Рекомендована температура питної води влітку 8-12°C.

В інструкціях з техніки безпеки залежно від умов та специфіки кожного киснево-конвертерного цеху розроблені правила безпечної праці для кожної ділянки для всіх професій. Загальні положення яких розглянуті нижче.

Металобрухт має бути навантажений у совки рівномірно з метою запобігання самочинного перекидання під час підйому. На шихтових дворах під час завантаження металобрухту у совки повинен здійснюватися додатковий контроль, щоб запобігти потрапляння у конвертер вибухонебезпечних предметів (за-критих судів, балонів, тощо). Одним із заходів застереження під час завалки є видалення людей на безпечну відстань.

Конверторник, який керує завалкою, повинен знаходитися у безпечній зоні, але обов'язково у полі зору машиніста крану та пульта управління конвертером та узгоджувати їх дії. Під час заливки чавуну у конвертер на ковшах ззовні не повинно бути настилів, носки ковшів мають бути заправлені вогнетривкою масою для виключення розбризкування чавуну.

Перед підйомом чавуновозного ковша з лафету треба переконатися у правильності захвату цапф гаками. Найтяжчі наслідки можуть бути при недотриманні правил безпеки під час заливки чавуну у конвертер. Слід постійно пам'ятати, що викид чавуну з конвертера та вибух можуть статися в результаті бурхливої реакції між закисом заліза шлаку, що залишився від попередньої плавки з вуглецем, попадання з металобрухтом у конвертер вибухонебезпечних речовин, закритих судів, тощо.

Конвертерник, який керує заливкою чавуну у конвертер, повинен знаходитися у безпечній зоні, у належному спецодязі та у захисній масці. У зоні дії конвертера не повинно бути людей. Перед склом кабіни машиніста має бути встановлено надійний захисний екран. Після заливки у конвертер першої порції чавуну необхідно зробити паузу (декілька секунд), а потім заливати решту чавуну. Починати заливку чавуну потрібно малим струменем.

Машиніст пульта управління, головна роль якого полягає у веденні технологічного процесу, окрім показників приладів повинен слідкувати візуально за поведінкою полум'я над горловиною конвертера, наявністю викидів і характером виділення іскор з його горловини. Особливо уважно він повинен слідкувати за відсутністю течей води з котла, фурми та інших охолоджуваних елементів.

Для зменшення впливу теплового випромінювання горловина конвертера під час відбору проб металу та шлаку повинна перекриватися спеціальним щитом.

Проби слід відбирати тільки з-за теплозахисного екрану при горизонтальному положенні конвертера при спокійному стані ванни. Той, хто відбирає пробу повинен бути в окулярах із синім склом та перевірити наявність справного інструменту. Проби слід відбирати тільки сухою ложкою та заливати тільки у сухі пробниці. Вибивку проби зі стаканчика проводять після повного застигання металу. Під час відбирання проб та заміряння температури, а також після випуску плавки, частково зливають шлак у шлакові чаші, встановлені під конвертером. Потрапляння у шлакову чашу вологи або вологого сміття категорично забороняється через те, що це призводить до вибухів. Забороняється також проводити осадку шлаку мокрими матеріалами.

У процесі випуску сталі з конвертера забороняється знаходження людей у місцях, куди можуть потрапити бризки розплавленого металу та шлаку. Нерідко під час випуску перекисленого металу спостерігається бурхливе його шумування та викиди з ковша. У цьому випадку випуск треба припинити та осадити метал кусками сухого алюмінію або феромарганцю.

Шумування такого металу може мати місце й після зливу, тому за станом металу треба спостерігати до передачі його у розливальний прогін. Особливу

небезпеку для обслуговуючого персоналу являє робота з киснем.

Конвертерники на своїх робочих місцях повинні слідкувати за справністю кисневих запірників, шлангів, з'єднань, ні в якому випадку не допускати потрапляння до них мастил, витоку кисню

4.6. Пожежна безпека

Неполадки та аварії порушують нормальний ритм роботи киснево-конвертерного цеху, викликаючи простої обладнання, що врешті решт призводить до зниження продуктивності конверторів і часто до випадків травматизму. Найбільш характерні неполадки й аварійні ситуації в конвертерних цехах приведені нижче.

Нещільності у кисневому тракті на ділянці гнучких шлангів та їх приєднання. У випадку попадання мастила у місця витоку кисню можливе займання шлангів. Шланг, відгорівши, внаслідок виникнення реактивних сил звивається та б'є по конструкціях (поки не буде відключено кисень).Падіння чи опускання великих скрапи з каміну призводить до заклинювання фурми або конвертера. Для запобігання таких явищ рекомендується під час на-ходження конвертера у резерві очищати газоходи від настилів та плавильного пилу.

Заметалювання (закозління) фурми до такого ступеню, що її неможливо вийняти з конвертера. У цьому випадку треба визначити висоту заметалювання, підняти фурму на висоту чистої від настилів частини та замінити її.

Прогар фурменного наконечника (внаслідок дефектів виготовлення, перерви у подачі води, пошкодження о металошихту під час опускання у конвертер), що приводить до потрапляння великої кількості води в конвертер. При цьому можливі хлопки та довільне припинення процесу оксидації домішок в результаті різкого охолодження розплаву. Потрапляння води у конвертер можна визначити за зміною кольору полум'я (набуває білого забарвлення), а також за появою у порожнині конвертера різко зростаючого шуму. У такій ситуації негайно припиняють продувку, конвертер встановлюють у таке положення. Щоб у його порожнину не потрапляла вода, відключають подачу води на фурму та замінюють її.

Гостріння металобрухту під час завалки у конвертер внаслідок поганої підготовки та укладки у совок призводить до падіння великих кусків металобрухту на робочий майданчик чи на шляхи сталевозу.

Вибухи у конвертері через попадання у його порожнину закритих посудів з рідинами, вибуховими речовинами. Піротехнічна служба заводу та киснево-конвертерного цеху повинна ретельно слідкувати за якістю металобрухту, що надходить зі сторони, та не допускати попадання у конвертер підозрілих посудів. Викиди чавуну під час заливання внаслідок залишання переокисленого шлаку від попередньої плавки чи сильно окисленого металобрухту.

Технологічні викиди під час продувки, що призводять до закидання металу у камін конвертера, що викликає його зупинку для очищення та ремонту елементів охолоджувальної системи. Застережною ознакою можливого викиду є ослаблення іскріння над горловиною конвертера, гудіння у конвертері, здригання його корпусу, качання фурми. Оператор поста управління повинен встигнути підняти фурму і попередити небезпечне явище.

Прогар футерівки чи підтікання металу. З появою перших ознак прогару конвертера треба припинити продувку, нахилити конвертер у бік, протилежний прогару, на кут, при якому підтікання металу припиниться.

Викиди чавуну при різкій зупинці крану чи тепловозу під час транспортування ковша.

Вибухи та хлопки у газовідвідному тракті під час роботи із частковим допалюванням і без допалювання.

Беззастережне виконання посадових - і технологічних інструкцій, своєчасна профілактика і ремонт конвертера та допоміжних пристроїв, а також контролюючої апаратури, своєчасне реагування на відхилення від нормального ходу процесу виключає виникнення аварійних ситуацій [25].

ВИСНОВКИ

1. Отже, через свої унікальні фізико-механічні, хімічні, електрофізичні, оптичні та гігієнічні властивості метали та вироби з нього активно використовується в різних сферах людської діяльності. Найпоширенішим використанням є в машиннобудуванні, будівельній сфері, електротехніці, ювелірних виробів, хімічній галузі та різних галузях техніки. Метали відзначаються, значною механічною міцністю, негорючістю, плавкістю і високими тепло- та електроізоляційними властивостями.

У зв'язку з його різноманітністю, властивостями та унікальністю виникає складність в обробці та виготовленні виробів. Це технологічно довгий та складний процес. За рахунок різних видів домішок та специфічних методів обробки металів є можливість отримання великої кількості матеріалу та виробів різного призначення.

Під час виготовлення виробів з металів відбувається значний негативний вплив на навколишнє середовище. Починаючи з видобутку, де утворюється велика кількість відходів, та під час обробки, де відбуваються викиди в атмосферу, велике шумове, теплове та вібраційне забруднення.

2. Отже, на сьогодні в Україні відбувається велике накопичення металевих відходів. Метали широко використовуються в різних сферах людської діяльності, а особливо в машинобудуванні. Україна має велику частку промислових галузей і розвинуту металургійну систему. Тому через це відбувається утворення металевих відходів. Ці відходи є загрозою для екологічного стану країни через свою велику кількість та небезпечність, з точки зору токсичності.

Найбільш поширеним способом поводження з такими відходами є захоронення на полігонах та звалищах. І не завжди дотримуючись всіх нормативних вимог.

Через відсутність налагодженої системи збору та сортування металевих відходів їх не відправляють на вторинну переробку. Хоча метали можуть виступати як вторинна сировина з гарними показниками якості. При цьому металобрухт може

піддаватися багаторазовій переробці, зменшувати кількість використання корисних копалин, тим самим зменшуючи негативний вплив на довкілля. Також якщо використовувати металобрухт як сировину буде відбуватися зменшення енерговитрат на переплавку та відповідно буде менше атмосферних шкідливих викидів.

Однак процес вторинної переробки має свою складність через багатоступінчатість процесу. Потрібно дотримуватись нормативних правил та послідовності переробки. Вторинна переробка займає велику площу, тому доцільно робити комбіноване виробництво, яке включає всі етапи переробки.

3. Отже, з розрахунків можна зробити висновок, що використання металевих відходів як вторинної сировини, вигідне не тільки з екологічної точки зору, але й з економічної. При тому, що в розрахунках були враховані тільки відходи побутового характеру, які зазвичай захоронюються неналежним чином.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дивосвіт металів / С. Є. Кондратюк, О. Л. Геллер ; НАН України, Фіз.-технол. ін-т металів та сплавів. Київ: Академперіодика, 2015. 204 с.
2. Перепелиця О., Малишев В., Лукашенко Т., Марковська М. Загальна та неорганічна хімія. Метали.: Університет "Україна". 2011. 112 с.
3. Лашевська Г.А., Лашевська А.А. Хімія: підручник. Київ : Генеза, 2015. 192 с.
4. Вплив газів на структуру та властивості металів і сплавів : навч. посіб. / Ю. М. Помарін, О. М. Бялік, Г. М. Григоренко; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". Київ, 2007. 128 с.
5. Металознавство: Підруч. для студ. вузів / О. М. Бялік, В. С. Черненко, В. М. Писаренко, Ю. Н. Москаленко. Київ: "Політехніка", 2001. 374 с.
6. Металознавство та термічна обробка чорних та кольорових металів : підручник / Б. П. Середа; Запоріж. держ. інж. акад. Запоріжжя, 2008. 302 с.
7. Мовчан В. П., Бережний М. М. Основи металургії. Дніпропетровськ: Пороги, 2001. 336 с.
8. Основи металургійного виробництва металів і сплавів / Чернега Д. Ф., Богушевський В. С., Готвянський Ю. Я. та ін.; за ред. Д. Ф. Чернеги, Ю. Я. Готвянського. Київ: Вища школа, 2006. 503 с.
9. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Практикум: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. за напрямом «Інж. механіка» / В. В. Попович, А. І. Кондир, Е. І. Плешаков та ін. Львів: Світ, 2009. 551 с.
10. ДСТУ 2263-93. Операції кування та штампування металу. Терміни та визначення. [Чинний від 1995-01-01]. Вид. офіц. Київ, 1995, 42 с.
11. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 р. № 820-р. *Відомості Верховної Ради України*. 2017. С. 5-10.

12. Утворення та утилізація відходів за категоріями матеріалів /Державна служба статистики України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2016/ns/ns_u/utvut_u2016.html. (дата звернення: 05.11.2020)
13. Державні санітарні правила «ВСТАНОВЛЕННЯ КЛАСУ НЕБЕЗПЕКИ ВІДХОДІВ» від 2017 року. Київ. 168 с.
14. Про відходи та скасування деяких Директив: Директива Європейського Парламенту та Ради 2008/98/ЄС від 19 листопада 2008 року.
15. Шапран В.К. Металургійний сектор України: тенденції розвитку /В.К. Шапран: Ринок цінних паперів. 2006. 321 с.
16. Середенко М.А. Черная металлургия Украины. М.А.Середенко.Київ: Знание, 2007. 368 с.
17. Підлісна О.А, Філософ В.М., УДК Економічна ефективність використання вторинних відходів промисловості.
18. Долгоруков Ю.А. Економічне забезпечення структурної перебудови металургії України/Ю.А. Долгоруков: Економіка України. 2005. 57с.
19. Про металобрухт: Закон України від 05.05.1999 № 619-XIV. *Відомості Верховної Ради України*, 1999, № 25, СТ. 212.
20. Мовчан В. П., Бережний М. М. Основи металургії. Дніпропетровськ: Пороги. 2001. 336 с.
21. Про затвердження Методичних рекомендацій з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів: Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства від 16.02.2010 р. № 39. *Відомості Верховної Ради України*, 2010.
22. Стандарт професійної (професійно-технічної) освіти з робочої професії стлевар конвнрторного виробництва: Наказ Міністерства освіти і науки України від 21.11.2018 р. № 1283.
23. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: Постанова Міністерства охорони здоров'я України від 01.12.99 р. № 42.

24. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу»: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014 р. №248. *Відомості Верховної Ради України*, 2014, № 472.

25. Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні: Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014 р. № 1417. *Відомості Верховної Ради України*, 2015, № 252.